

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA A LA GESTIÓN DEL MODELO
DE INVENTARIOS DE ADAMA ANDINA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE MAGÍSTER EN
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

AUTORES

ROSSANA INÉS FONTANILLA MANJARRÉS

LUIS GONZALO ZAMBRANO

TUTORA

ING. CARMEN BERDUGO CORREA

UNIVERSIDAD DEL NORTE

DIVISIÓN DE POSTGRADOS E INVESTIGACIONES EN INGENIERIA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

BARRANQUILLA

2018

"El informe del proyecto que figura en este documento no ha sido presentado previamente para optar por un título o diploma en esta o en cualquier otra institución de educación superior. Es resultado del conocimiento y creencia de los autores y no contiene ningún material publicado o escrito por otra persona excepto donde previamente se hace la debida referencia".

DEDICATORIA

“A Dios Todopoderoso, a mis padres Roquelina y Franklin, a quienes les debo lo que soy, a Lucas y Andrés, porque con ellos he aprendido el valor de la hermandad, a mis suegros Mónica y Efraín, por su cariño y soporte incondicional, y a mi esposo Saúl y a mi hija Ema Sofía, quienes son mis compañeros de viaje y mi mayor motivación para el logro de esta meta”

Rossana Fontanilla

“A Dios, por haberme bendecido y permitirme lograr este grandioso objetivo.

A mi madre Carmen Elisa, por darme la vida y formarme en la perseverancia y la moral.

A mi esposa Luz Marina, por su paciencia, amor incondicional y aliento permanente, que me han dado las fuerzas y la confianza para lograr el crecimiento humano y profesional.

A mi hija Mayerly y a mi nieta Isabella, porque me inspiran para ser cada día mejor”

Luis Gonzalo Zambrano

Agradecemos a la empresa Adama Andina por brindarnos la oportunidad de desarrollar este trabajo en sus instalaciones, a la Universidad del Norte porque a través de la maestría hemos logrado fortalecer nuestras competencias profesionales, y a nuestra tutora Carmen Berdugo, por su valiosa dirección y retroalimentación para el logro de los objetivos de este proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	13
1. PRESENTACION DEL PROYECTO	15
1.1. ANTECEDENTES.....	15
1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.	18
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	21
1.4. OBJETIVOS.....	22
1.4.1. Objetivo general.	22
1.4.2. Objetivos específicos:	22
1.5. METODOLOGÍA.....	23
1.6. ALCANCE	24
2. MARCO DE REFERENCIA	25
2.1. MARCO CONCEPTUAL	26
2.2. MARCO TEÓRICO	29
2.2.1. Concepto de inventarios.....	30
2.2.2. Los inventarios desde el contexto de la gestión logística	31
2.2.3. Almacenamiento:	38
2.2.4. Producción:	39
2.2.5. Almacenamiento:	41
2.2.6. Modelos de optimización de inventarios	43
2.2.7. Control de inventarios.	52
2.2.8. Gestión de almacenes.....	56
2.2.9. Indicadores de gestión en administración de inventarios.....	59
2.2.10. El enfoque de sistemas y la teoría organizacional	63
2.2.11. El ciclo de Deming o mejora continua.....	65
2.2.12. Envase y embalaje.....	66
2.2.13. Tipología de la carga.....	70
2.3. MARCO LEGAL	71
2.4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DEL MARCO DE REFERENCIA	71
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	75
3.1. LA EMPRESA	75
3.1.1. Generalidades de la empresa	75
3.1.2. Actividades de manufactura:	75
3.1.3. Proveedores de bienes	76

3.1.4.	Procesos de La compañía	77
3.2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS EN ADAMA ANDINA.....	78
3.2.1.	Identificación del modelo de gestión logística de La compañía	79
3.2.2.	Análisis del modelo de gestión logística de inventarios	81
3.2.3.	Análisis de la situación actual	121
3.2.4.	Conclusiones de la situación actual	128
3.3.	PROPUESTA DE MEJORAS A LA GESTIÓN DEL MODELO DE INVENTARIOS.....	132
3.3.1.	Estructura de la propuesta de mejora.	132
3.3.2.	Propuesta para la gestión de inventarios	135
3.3.3.	Propuesta para la gestión de almacenamiento.....	152
3.3.4.	Diseño final de la propuesta:.....	154
4.	VALIDACIÓN Y PRUEBA PILOTO DE LA PROPUESTA.....	155
4.1.	PRUEBA PILOTO	156
4.1.1.	Piloto específico para la mejora de la gestión de pedidos make to order (MTO)	156
4.1.2.	Prueba piloto específica para el seguimiento y control de reabastecimiento.....	164
4.1.3.	Prueba piloto específica basada en la gestión de almacenes.....	180
4.2.	MODELO CONSOLIDADO DEL PILOTO GLOBAL	185
4.2.1.	Conclusiones del piloto global	186
4.3.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	189
4.3.1.	Planear	189
4.3.2.	Hacer	190
4.3.3.	Verificar	192
4.3.4.	Actuar	192
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	196
	BIBLIOGRAFÍA.....	199
	ANEXOS.....	200

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ranking de productores agroquímicos en Colombia, año 2016.....	17
Ilustración 2. Variación anual de las ventas y del inventario (millones)	19
Ilustración 3. Metodología de trabajo del proyecto.....	23
Ilustración 4. Modelo de Gestión logística del Ing. Luis Aníbal Mora.....	31
Ilustración 5. Alcance de la moderna cadena de suministros.....	32
Ilustración 6. Modelo EOQ	36
Ilustración 7. Accionador del pedido: tiempo	37
Ilustración 8. Accionador del pedido: cantidad.....	38
Ilustración 9. Segmentación del amortiguador.....	48
Ilustración 10. Comportamiento de los inventarios.....	49
Ilustración 11. Niveles de amortiguador	50
Ilustración 12. Representaciones gráficas de la clasificación ABC.	55
Ilustración 13. Ciclo de Deming o mejora continua.....	65
Ilustración 14. Procesos Adama Andina	77
Ilustración 15. Estado de los pedidos	77
Ilustración 16. Modelo gestión logística de inventarios en Adama	79
Ilustración 17. Comportamiento exactitud del RFC.....	81
Ilustración 18. Modelo de planeación de la demanda y reuniones S&OP	84
Ilustración 19. Modelo pedido Make to Stock	87
Ilustración 20. Esquema básico de pedido MTO	89
Ilustración 21. Modelo actual pedido MTO	90
Ilustración 22. Almacenamiento caótico en Adama Andina.....	100
Ilustración 23. Ocupación de bodegas.....	101
Ilustración 24. Nivel de inventarios	104
Ilustración 25. Rotación del inventario – veces	104
Ilustración 26. Días en inventario.....	105
Ilustración 27. Inventarios bloqueados.....	106
Ilustración 28. Edad del Inventario	107
Ilustración 29. Cobertura del Inventario.....	107
Ilustración 30. Días de Inventario	108
Ilustración 31. Valor económico del inventario	108
Ilustración 32. Exactitud del inventario	109
Ilustración 33. Comportamiento costo de almacenamiento vs las ventas	110
Ilustración 34. Costo de almacenamiento vs las ventas	110
Ilustración 35. Índice de ocupación de bodegas.....	111
Ilustración 36. Movimiento de materiales.....	112
Ilustración 37. Producción anual	115
Ilustración 38. Producción mensual 2016	115

Ilustración 39. Relación costo almacenamiento vs ventas	125
Ilustración 40. Análisis de las ventas respecto a los inventarios.....	126
Ilustración 41. Análisis causa – efecto de la situación actual de Adama Andina	129
Ilustración 42. Modelo de Gestión de Inventarios Adama Andina – elementos a intervenir	133
Ilustración 43. Elementos del Modelo actual como base para la propuesta	134
Ilustración 44. Mejora propuesta para la gestión de pedidos MTO	138
Ilustración 45. Propuesta de mejoras a la gestión del modelo de inventarios en Adama Andina	154
Ilustración 46. Prueba piloto de propuesta para la mejora en la gestión del modelo de inventarios de Adama Andina	156
Ilustración 47. Propuesta de mejora a la gestión de pedidos MTO	161
Ilustración 48. Herramienta de control de abastecimiento DBR.....	166
Ilustración 49. Resultados herramienta simulador de Gerencia de Amortiguadores	168
Ilustración 50. Comparativo de saldos Materia Prima prima B – final.....	170
Ilustración 51. Comparativo de saldos Materia Prima B – final	171
Ilustración 52. Variación del inventario de empaques con aplicación Gerencia de amortiguadores.....	176
Ilustración 53. Variación del inventario después de aplicación de la herramienta DBR	178
Ilustración 54. Reducción de los inventarios de envases mayores.....	179
Ilustración 55. Celdas de apilamiento libres por restricción de tipo de envase....	184
Ilustración 56. Diseño final de la prueba piloto integrado (global).....	186

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Situaciones que crean conflictos entre áreas y afectan inventarios.....	33
Tabla 2. Distribución normal Z	48
Tabla 3. apilamiento máximo por tipo de embalaje	59
Tabla 4. Capacidad de producción por tipo de pesticida.....	76
Tabla 5. Capacidad de síntesis de la planta	76
Tabla 6. Relación de proveedores de Adama Andina	76
Tabla 7. Promedio mensual de tipo de pedidos vs tipo de producto - 2016.....	88
Tabla 8. Promedio mensual tipo de pedidos vs tipo de cliente.	88
Tabla 9. Participación de pedidos MTO en las ventas	88
Tabla 10. Pedidos MTO, en octubre de 2016.....	91
Tabla 11. Novedades de pedidos MTO	91
Tabla 12. Compras de productos en Adama Andina.....	95
Tabla 13. Capacidad de almacenamiento y utilización de bodega.....	98
Tabla 14. Nivel de ocupación por tipo de producto en pallets	102
Tabla 15. Políticas de inventarios de La compañía	102
Tabla 16. Tipo de productos.....	113
Tabla 17. Capacidad de producción	114
Tabla 18. Cumplimiento total del RFC	122
Tabla 19. Relación de causas que afectan la gestión de inventarios en Adama Andina	129
Tabla 20. Análisis de entrevistas	140
Tabla 21. Unidades estándar de la herramienta de gerencia de amortiguadores..	142
Tabla 22. Distribución normal Z usado en la herramienta de reaprovisionamiento	143
Tabla 23. Pautas para variación del amortiguador, según lead time.	145
Tabla 24. Políticas de inventarios propuestas	146
Tabla 25. Políticas que se proponen eliminar.....	147
Tabla 26. Indicadores propuestos para la gestión de inventarios y almacenes	147
Tabla 27. Comparativo de almacenamiento en unidades de pallets ubicadas en estantería respecto a modelo de apilamiento a piso	153
Tabla 28. Pedidos seleccionados para prueba piloto	156
Tabla 29. Plan piloto MTO.....	157
Tabla 30. Piloto Para la Administración de pedidos MTO	158
Tabla 31. Cumplimiento de pedidos piloto MTO	160
Tabla 32. Información de materia prima B para simulación pedidos de un año ..	167
Tabla 33. Ruptura de inventario validación DBR inicial	167
Tabla 34. Comparativo de resultados Piloto Específico Gerencia de amortiguadores	171

Tabla 35. Planeación del piloto para envases – Tiempos de la prueba	172
Tabla 36. Planeación general del piloto de Gerencia de amortiguadores DBR en envases mayores.....	173
Tabla 37. Presentación de los envases a estudiar	173
Tabla 38. Ejecución del piloto de Gerencia de amortiguadores DBR en envases mayores	174
Tabla 39. Variación del valor promedio del inventario.....	177
Tabla 40. Variación de la ocupación del inventario en bodega.....	177
Tabla 41. Ejecución piloto de Piloto de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías	182
Tabla 42. Información prueba piloto envases	182
Tabla 43. Información de envases movilizados entre bodegas	183
Tabla 44. Resultados prueba piloto global	186
Tabla 45. Plan de implementación propuesto	192
Tabla 46. Indicadores de cumplimiento del plan de trabajo.....	195
Tabla 47. Liberación estimada de bodegas con la propuesta de mejora en la gestión de almacenes.	197

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. PREGUNTAS DE ENTREVISTA SITUACIÓN ACTUAL GESTIÓN DE INVENTARIOS Y ALMACENES	200
ANEXO 2. IMÁGENES DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ALMACENAMIENTO	202
ANEXO 3. FV-005-025 SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO)	205
ANEXO 4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PILOTO GLOBAL	213
ANEXO 5. FORMATO FV-005-025 SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO) DILIGENCIADO PARA 3 PEDIDOS – PRUEBA PILOTO	214
ANEXO 6. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES.....	217
ANEXO 7. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES - TABLA DE SEGUIMIENTO	220
ANEXO 8. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 1 LP	221
ANEXO 9. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 10 LP	222
ANEXO 10. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – TAMBOR DE 20 LM	223
ANEXO 11. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – TAMBOR DE 200 LM	224
ANEXO 12. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 20 LP	225
ANEXO 13. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 200 LP	226
ANEXO 14. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 4 LP	227
ANEXO 15. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 5 LP	228
ANEXO 16. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – TAMBOR DE 60 LM	229

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA A LA GESTIÓN DEL MODELO DE INVENTARIOS DE ADAMA ANDINA

RESUMEN

En el mercado actual globalizado y dinámico, es indispensable gerenciar eficientemente los recursos involucrados en la cadena de abastecimiento, fundamentado en la logística como ventaja competitiva, generando oportunidades de rentabilidad con la mejora en la gestión de los inventarios. Adama Andina cuenta con un modelo logístico dirigido por un Gerente y ejecutado por diferentes áreas encargadas del abastecimiento, almacenamiento, producción y distribución, las cuales interactúan con el fin primordial de cumplir metas de ventas, pero caracterizadas por la defensa de objetivos e intereses individuales que generan dificultades de comunicación, con resultados desfavorables reflejados en altos niveles de inventarios, déficit de bodegas de almacenamiento, incumplimientos en las entregas, sobre costos y riesgos operacionales en bodegas. Este trabajo de grado muestra las mejoras propuestas para la gestión del modelo de inventarios en dicha compañía, las cuales se centraron en formalizar el recibo de información de los pedidos make to stock, complementar el análisis de los movimientos en los inventarios para determinar cuándo y cuánto comprar y, la definición de prácticas apropiadas a las necesidades de la compañía para un mejor aprovechamiento de sus espacios de almacenamiento. Esta propuesta fue validada a través de un plan piloto, el cual permitió demostrar reducción en tiempos, costos y optimización de espacios; finalmente, en el trabajo de grado se elabora un plan de implementación de la propuesta para que Adama Andina cuando considere conveniente, pueda establecer estas mejoras como permanentes en la gestión de sus procesos logísticos.

PALABRAS CLAVE: Abastecimiento, agroquímicos, almacenamiento, inventarios, logística, teoría de restricciones, mejora.

DESIGN OF IMPROVEMENT MANAGEMENT PROPOSAL TO INVENTORY MODEL TO ADAMA ANDINA

RESUME

In the current globalized and dynamic market, it's essential to efficiently manage the resources involved in the supply chain, based on logistics as a competitive advantage, generating profitability opportunities with the improvement in the management of inventories. Adama Andina has a logistics model headed by a Manager and executed by different areas responsible for supply, storage, production and distribution, which interact with the primary purpose of meeting sales goals, but characterized by the defense of individual objectives and interests, they generate communication difficulties, with unfavorable results reflected in high levels of inventories, deficit of storage warehouses, breaches in deliveries, over costs and operational risks in warehouses. This degree work shows the proposed improvements for the management of the inventories model in that company, which focused on formalizing the receipt of information from make to stock orders, complement the analysis of the movements in the inventories to determine when and how much buy and, the definition of practices appropriate to the needs of the company for a better use of their storage spaces. This proposal was validated through a pilot plan, which allowed demonstrating reduction in time, costs and space optimization; finally, in the work of degree a plan of implementation of the proposal is elaborated so that Adama Andina when it deems appropriate, can establish these improvements as permanent in the management of their logistic processes.

KEY WORDS: Supply, agrochemicals, storage, inventories, logistics, theory of constraints, improvement.

INTRODUCCION

Para mantenerse en el mercado globalizado y dinámico actual, las compañías deben estar en permanente adaptación; no es suficiente tener un producto de calidad a un precio competitivo, requieren además estar preparadas para adecuarse a las exigencias de los clientes, especialmente en términos de disponibilidad y oportunidad; por ello, es indispensable gerenciar eficientemente los recursos involucrados en la cadena de abastecimiento, fundamentado en la logística como ventaja competitiva, generando oportunidades de rentabilidad con la mejora en la gestión de los inventarios, de eficiencia con la optimización de las redes de distribución y de diferenciación con entregas completas y a tiempo.

Según lo planteado por Luis Aníbal Mora (2016), la logística se concibe como una actividad que genera valor al producto, en términos de oportunidad y reducción de costos. La optimización de la logística depende de la integración de las diferentes áreas que intervienen en ella, con participación activa y comunicación eficaz, que impactan directamente en los resultados, entre ellos los inventarios, observados éstos como recursos esenciales que deben estar almacenados en algún lugar específico por un tiempo determinado, en el menor nivel posible pero suficiente para atender las necesidades de los clientes, ya que cantidades insuficientes generan el riesgo de ventas y clientes perdidos, pero su exceso conlleva a incremento en los costos asociados y represamiento del capital invertido innecesariamente en ellos.

Adama Andina cuenta con un modelo logístico dirigido por un Gerente y ejecutado por diferentes áreas encargadas del abastecimiento, almacenamiento, producción y distribución, las cuales interactúan con el fin primordial de cumplir metas de ventas, pero caracterizadas por la defensa de objetivos e intereses individuales que generan dificultades de comunicación, con resultados desfavorables reflejados en altos niveles de inventarios, déficit de bodegas de almacenamiento, incumplimientos en las entregas, sobre costos y riesgos operacionales en bodegas. No obstante, el formal diseño de

gestión administrativa en Adama Andina, se requiere la identificación de los factores que ocasionan las deficiencias y a partir de análisis basados en los conceptos y buenas prácticas logísticas encontrar alternativas de solución.

Este proyecto se enfoca en el área de Almacén de la empresa Adama Andina, ubicada en la ciudad de Barranquilla, dedicada a producir agroquímicos, en donde se espera analizar la situación de inventarios de la compañía, de tal forma que se identifiquen sus características claves, para determinar el modelo actual y a partir de éste, definir los elementos susceptibles para la mejora en su gestión que pueda probarse a través de un plan piloto que confirme la validez de la propuesta realizada.

En el primer capítulo se presenta el proyecto a través de la identificación del problema, los objetivos y la propuesta metodológica del proyecto.

En el segundo capítulo se describe el marco conceptual, teórico y legal en los cuales se identifican los principios de conocimiento a aplicar en el proyecto.

En el tercer capítulo se presenta el desarrollo del proyecto, con la introducción a la empresa en cuanto a su contexto operativo y su estructura de procesos, la identificación de la situación actual con relación al modelo existente de manejo de inventarios y la propuesta de mejora a la gestión del modelo actual.

En el cuarto capítulo se realiza la aplicación y resultados del plan piloto, y el plan de implementación recomendado para que La compañía logre adoptar la propuesta de mejoramiento.

Finalmente, se presentan las conclusiones formuladas en función del proyecto realizado, la bibliografía consultada y los anexos correspondientes.

1. PRESENTACION DEL PROYECTO

En este capítulo se describen los diferentes elementos para el análisis del problema objeto de la investigación y entender la importancia de realizar el proyecto, como lo es, el planteamiento del problema, cuyo objetivo es identificar el contexto de la compañía y la situación que afecta el manejo de sus inventarios; también se plantean los objetivos a desarrollar para dar respuesta al problema, la metodología y secuencia de las actividades como parte de la planeación del ejercicio de investigación y el alcance para delimitar los elementos que constituyen el proyecto.

1.1. ANTECEDENTES.

Adama Andina es una compañía multinacional de origen israelí, que produce y comercializa insumos químicos para la protección de cultivos como fungicidas, insecticidas y herbicidas; tiene su planta de producción y un punto de distribución en la Zona Franca de Barranquilla, a orillas del río Magdalena, y una oficina administrativa en la ciudad de Bogotá. Además de fabricar productos de su propio registro, presta servicio de maquila a empresas vinculadas (grupo Adama) y a competidores como BASF, Monsanto, Syngenta, UPL y SumitAgro.

En el año 2002, traslada sus operaciones productivas desde el Municipio de Soacha (Cundinamarca) a la ciudad de Barranquilla (Atlántico), contando para ello con una infraestructura adaptada a sus requerimientos, disponiendo de bodegas nuevas que cumplen con el estándar y normatividad para el adecuado manejo de sus productos; para ese entonces, la capacidad de almacenamiento era suficiente para atender las necesidades y crecimiento esperado, no obstante, gracias a su nueva ubicación logística, la planta de producción se convierte en centro estratégico corporativo, despertando el interés Gerencial para el desarrollo de nuevos procesos y ampliación de negocios, superando así las expectativas iniciales del proyecto. La producción pasa de 6 millones de Kg-L en el año 2004 a 11 millones Kg-L en 2007, crecimiento que

implica ampliaciones de plantas de procesos, pero no así para las bodegas, las cuales hacen insuficientes para atender los nuevos volúmenes de productos.

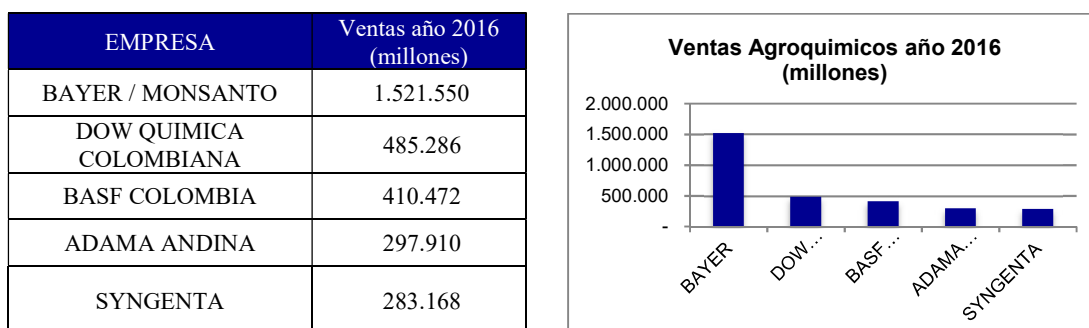
En el año 2010, la Gerencia de Planta presentó a la Presidencia de Adama Andina un informe respecto a la difícil situación en el manejo de los inventarios y solicitó aprobación para la construcción de una bodega para 5.000 posiciones de pallet, resaltando que la capacidad de almacenamiento instalada era de 7.100 posiciones mientras que el nivel de inventarios estaba en 10.500 posiciones, es decir, se tenía una sobre ocupación del 47.9%; en respuesta al requerimiento, la Presidencia aprueba únicamente la contratación de una bodega externa para 1.600 posiciones, lo cual no satisfacía el déficit de 3.400, y se solicita verificar primero la concordancia entre las existencias con la necesidades y políticas de la Compañía. El sobre cupo generó caos en el almacenamiento, sobrecostos, operaciones extraordinarias para cumplir con los pedidos, retrasos, riesgos en las operaciones de movilización de carga en espacios reducidos, dificultad en las actividades de control físico con reducción del índice de asertividad del inventario del 92% al 37%, afectación de la producción e inconformismo gerencial, generando entre otras consecuencias, la desvinculación del Jefe de Almacén. La producción de Adama Andina continúa creciendo, pasando a 14,85 millones de kg-lts en el año 2010 y posteriormente a 27,58 millones en 2016, con una capacidad de almacenamiento de 8.143 posiciones de pallet y una ocupación de 13.481 pallets, con un exceso de 5.338 que equivale a un 65.6% de déficit.

En el año 2013, luego de una nueva solicitud de ampliación de capacidad de almacenamiento, se pre-aprueba la construcción de una bodega y se proyecta su ejecución para el año 2015, este mismo año, el Gerente mundial de manufactura realiza una visita técnica a Adama Andina y en su reporte se refiere al nivel de inventarios como un aspecto que requiere tratamiento inmediato, por tanto, se cancela la nueva construcción de la bodega y se define que es necesario revisar primero la gestión inventarios y la gestión de almacenes, considerando que las políticas de cobertura de 90 días y permanencia “normal” de 150 días no deben ser generalizadas ya que el comportamiento de los materiales es diferente para cada uno de ellos de acuerdo con

su naturaleza, origen, proveedor, consumos, tiempo de aprovisionamiento y variación de las ventas, especialmente. Se encontró que en promedio el valor mensual de los inventarios vendidos es únicamente del 17.5% del total, cifra que indica una permanencia en bodegas del 82.5% restante, lo cual permite una cobertura de 141 días, no obstante, aunque debería satisfacer las necesidades de la planta y el mercado, se presentan paradas y retrasos en producción y distribución por causas asociadas a faltantes de materiales, estos hechos indican la necesidad de intervenir y optimizar el la gestión del modelo actual antes de definir la compra o contratación de nuevas bodegas.

Según el ranking de las 5.000 empresas de Dinero (2017), para el año 2015 Adama Andina es la séptima empresa del país en la manufactura de abonos, plaguicidas y químicos. Como se observa en la ilustración 1, en el año 2016 la compañía vendió un total de \$ 297.910 millones de pesos, quedando ubicada en el cuarto lugar del Ranking gracias a que la fusión entre Bayer con Monsanto permitió la liberación de un cupo, y a también porque La compañía superó a Syngenta. En el primer semestre de 2016 se ratifica la Compra del grupo Adama por parte de Chem China.

Ilustración 1. Ranking de productores agroquímicos en Colombia, año 2016.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

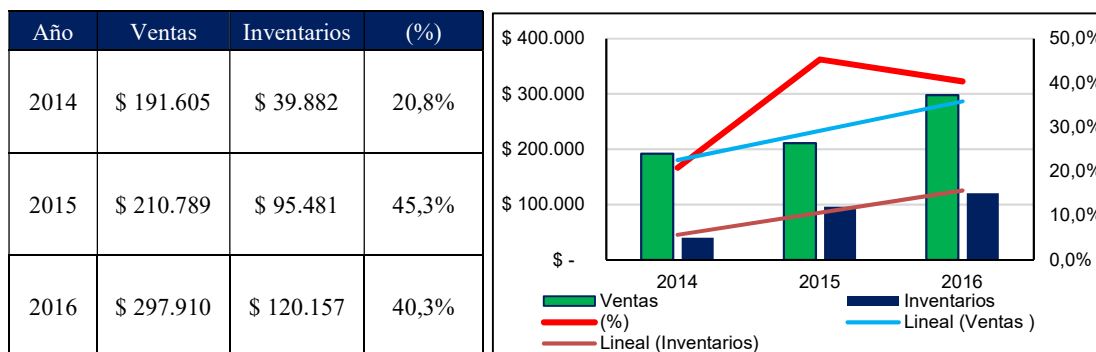
1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

En el año 2015 los inventarios totales en Adama Andina han sufrido un fuerte cambio en sus niveles, pasando de \$ 39.882 millones en 2014 a \$ 95.481 millones, con un aumento de \$ 55.559 millones; para el año 2016 alcanzaron la cifra de \$120.157 millones.

La ocupación total en las bodegas, medida en cantidad de posiciones de pallets, pasó de 7.689 unidades en el año 2014 a 16.550 unidades en 2015, con un crecimiento de 8.861 que comprenden una variación del 115.2%; para el año 2016, la ocupación tuvo una reducción de 3.169 posiciones de pallets, pasando a 13.481, lo que correspondió a una menor ocupación del 19%, cifra que excede en 5.338 la capacidad disponible de 8.143 unidades, es decir, un déficit del 65,55%. Este excesivo crecimiento y acumulación se ha reflejado en todos los aspectos logísticos y financieros de La compañía, por lo cual ha sido necesario recurrir a la contratación de almacenamiento externo para el traslado de una parte del excedente de productos, cuyo costo pasó de \$ 51.7 millones 2014 a \$ 87.9 millones 2015 con un crecimiento de \$ 36.3 millones, que equivale a una variación del 70%. Para el año 2016 se mantiene el costo de almacenamiento alcanzado la cifra de \$87,8 millones y sin incrementar el almacenamiento externo. Debido a que el nivel de inventarios excede a capacidad de instalada, se ha hecho necesario ubicar mercancías en los patios, exponiendo los insumos a la intemperie.

Los niveles de ventas pasaron de \$191.605 millones de pesos en 2014 a \$210.789 millones en 2015, con un incremento de \$19.184 millones que equivalen a un incremento del 10%; en 2016 el incremento de las ventas es de \$ 87.121 millones, que corresponden al 41.3%, alcanzando la cifra de \$297.910 millones. Como se observa en la ilustración 2, el índice de crecimiento de los inventarios es ligeramente inferior al de las ventas; el porcentaje de participación anual de las existencias con respecto a las ventas pasa del 20.8% en 2014 al 45,3% en 2015 y al 40.3% en 2016.

Ilustración 2. Variación anual de las ventas y del inventario (millones)



Fuente: Elaboración propia

El reaprovisionamiento de materiales se realiza por cantidades calculadas según política de 90 días, de manera generalizada para todos los productos, sin herramientas que permitan monitorear los saldos periódicamente y calcular los requerimientos de abastecimiento acorde al lead time de proveedores y volumen de salidas o consumos.

Los productos obsoletos (bloqueados) pasaron de \$ 485 millones en 2014 a \$1.007 millones en 2015 y luego a \$1.868 millones en 2016, con un crecimiento del 285% en los tres años, indicando síntomas de malestar en la salud del inventario y que debe ser atendido con urgencia.

Considerando que en promedio el máximo tiempo de aprovisionamiento es de 7 semanas, es decir, 49 días, la rotación estimada del inventario se estima en 7,5 veces, sin embargo, este indicador se encuentra en 2,62 veces y 139,5 días, reflejando su exceso y pérdida de oportunidad financiera en capital ocioso e innecesario.

Los indicadores de gestión existentes se refieren principalmente a mediciones de gestión operativa de actividades logísticas; no existen indicadores tácticos y estratégicos que permitan monitorear el comportamiento del inventario, el efecto de sus variaciones respecto de las ventas, la ocupación de bodegas, el nivel de servicio al cliente, los costos del almacenamiento y su impacto financiero en la Compañía.

Mensualmente se reciben en promedio 69 pedidos make to order (sobre pedido), que corresponden al 50,2% de las ventas totales, de los cuales, un total de 31 (45%) presentan retrasos en los despachos; de acuerdo con las mejores prácticas logísticas, este tipo de pedidos permite su adecuada planificación y ejecución por lo cual el nivel de servicio debe estar siempre en un valor cercano al 100%, pero el indicador de la Compañía está en el 76,8%, situación que indica dificultades que deben ser identificadas y atendidas.

Los pedidos MTS (make to stock) generan el 49% de las ventas; son aquellos que se atienden con base en el cálculo del RFC (Rolling Forecast), es decir, de acuerdo con análisis de datos estadísticos, comunicaciones con los clientes, información de los vendedores, estudio de la competencia, comportamiento del clima, principalmente, se estiman los productos a vender en un horizonte de un año y con revisiones mensuales. La compañía ha desarrollado revisiones sistemáticas basado en herramientas tecnológicas, reuniones de determinación de demanda y definición de necesidades (abastecimiento).

Como puede observarse, son diversos los síntomas e indicadores que permiten identificar la difícil situación que presenta la Compañía en la administración de sus inventarios y la necesidad de revisar la gestión actual para optimizar los niveles, evitando los excesos, pero asegurando la disponibilidad de éstos, lo cual no se resuelve únicamente con la ampliación de capacidad de almacenamiento.

La falta de espacios para movilizar mercancías impide su adecuada segregación y ubicación; los envases se colocan sobre estantería en una bodega ubicada en el sector occidental de la planta, mientras que la línea de producción de herbicidas, que consume el 80% de éstos, se encuentra ubicada costado oriental; en las bodegas de apilamiento a piso (sin estantería) se observan mercancías en filas incompletas y bajos niveles de apilamiento; es necesario verificar el mejor modo de almacenamiento por tipo de material para su optimización.

Teniendo en cuenta la problemática expuesta, cabe preguntar: ¿qué políticas y estrategias podrá implementar Adama Andina para mejorar la gestión de su modelo de inventarios y su infraestructura de almacenamiento, de tal manera que se evite impactar negativamente sobre los procesos productivos y entregas a los clientes?

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Adama Andina es una compañía que tiene gran importancia para el Grupo Adama, lo cual se observa en el rápido crecimiento que ha adquirido desde que fue trasladada su planta de producción a la Zona Franca de Barranquilla, esta ubicación geográfica es estratégica y seguirá siendo aprovechada, por lo que se hace relevante mejorar su desempeño logístico, que permita a su vez seguir posicionando a La compañía dentro de las empresas que hacen parte de la multinacional.

La ausencia de políticas adecuadas para el manejo de las existencias está produciendo efectos negativos en La compañía, como lo son: exceso de capital de trabajo, baja participación de los inventarios en las ventas, incremento de productos obsoletos, elevados costos logísticos, riesgo en capital invertido, y riesgo físico en las instalaciones, productos y personas. En el desarrollo de este proyecto se beneficiarán de manera directa:

- Adama Andina, porque le permitirá implementar mejoras a su modelo para la gestión de los inventarios con el cual simplifique sus operaciones, se reduzcan los costos y se maximicen las utilidades, mejorando la calidad de los productos y del nivel de servicio al cliente.
- La gerencia de La compañía, que podrá contar con una propuesta fundamentada y seria como herramienta para mejorar la situación de crisis por la cual atraviesan y favorecer sus informes regionales de la marca.
- Los accionistas de la marca Adama, por el mejoramiento del desempeño logístico de la compañía.

- El área de almacén de La compañía, ya que contará con una oportunidad de mejorar sus procesos logísticos, haciendo que las operaciones sean de mayor valor y puedan desempeñarse con menor riesgo, debido a la mejora en las condiciones de trabajo.
- Los clientes y proveedores, por el mejoramiento de los niveles de servicio, y por ende el fortalecimiento de relaciones beneficiosas para todas las partes.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general.

Diseñar una propuesta de mejora a la gestión del modelo de inventarios en Adama Andina a partir de un análisis de la situación actual y la aplicación de herramientas basadas en buenas prácticas, que permita reducir su elevado nivel, la tendencia de crecimiento, la reducción de los costos asociados, impactando favorablemente la productividad, competitividad y sostenibilidad de La compañía.

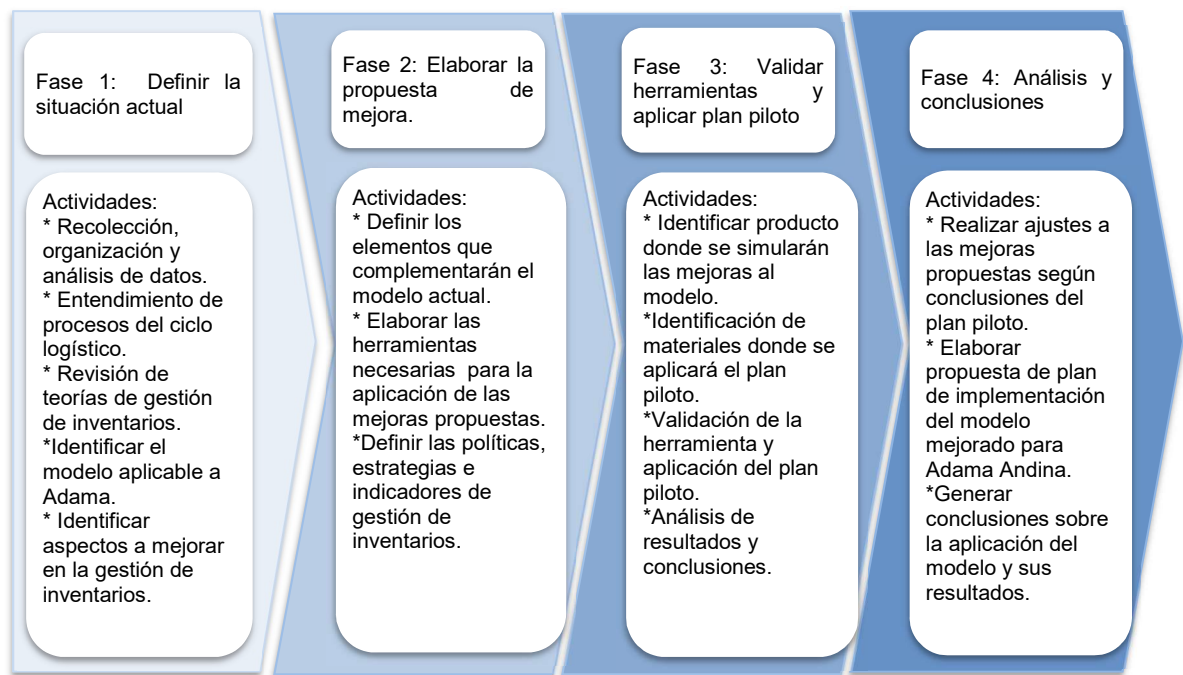
1.4.2. Objetivos específicos:

- Definir el modelo actual de administración de inventarios de Adama Andina para analizar cada uno de los elementos que lo constituyen.
- Realizar el diagnóstico de cada elemento del modelo actual a fin de identificar los aspectos susceptibles de mejora.
- Diseñar las herramientas para la implementación de la propuesta de mejora en la gestión del modelo de inventarios a fin de garantizar los resultados.
- Desarrollar una prueba piloto de la propuesta, para verificar su validez y aplicabilidad.
- Proponer un plan de implementación de la propuesta de mejora, para que Adama Andina pueda incorporar estas nuevas prácticas a la gestión de sus inventarios.

1.5. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología de trabajo para este proyecto, el cual está compuesto por fases, donde cada una describe las actividades para lograr cada objetivo específico, con sus técnicas y actividades, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 3. Metodología de trabajo del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la Ilustración anterior, las fases que componen la metodología son:

- Fase 1: Definir la situación actual: Consiste en realizar la revisión del marco teórico existente y llevar a cabo visitas a La compañía para identificar el modelo aplicado por ésta.
- Fase 2: Proponer las mejoras a la gestión del modelo actual: Comprende el análisis tanto de las bases teóricas como de la información de la situación actual, para identificar aquellos elementos que permitan mejorar el desempeño de la

gestión de inventarios, y con esta información, determinar la propuesta de mejora.

- Fase 3: Validar herramientas y aplicar plan piloto: En esta fase se pondrá a prueba las herramientas propuestas para la mejora del modelo a través de validación con datos históricos y aplicación de un plan piloto, donde se recopilarán los resultados sobre datos reales de la gestión de inventarios.
- Fase 4: Análisis y conclusiones: Consiste en tomar la información resultante del piloto, con el fin de analizar y realizar los ajustes a las propuestas para establecer las mejoras, proponer un plan de implementación y elaborar las conclusiones del proyecto.

1.6. ALCANCE

Este proyecto abarca el análisis del modelo actual de administración de inventarios de Adama Andina, la identificación de mejoras a la gestión del mismo, su aplicación a través de un plan piloto para productos seleccionados y la presentación final a La compañía de una propuesta formal de las mejoras.

El desarrollo del proyecto está orientado a mejorar la situación actual de gestión de inventarios. Para ello, se incluye la recolección y organización de datos de los procesos y actividades en relación con la planeación de la demanda, el aprovisionamiento de materiales y la gestión de almacenamiento, cuyo análisis cubre la totalidad de los productos.

2. MARCO DE REFERENCIA

Este capítulo describe el marco conceptual y teórico en relación con modelos de gestión de inventarios y el marco legal aplicable a Adama Andina por la naturaleza de su negocio.

En el marco conceptual, se exponen los términos relevantes empleados en la gestión de inventarios, para favorecer el entendimiento de las teorías aplicadas con relación a la planeación de la demanda, modelos de gestión aplicables, control de inventarios, gestión de almacenes y seguimiento y medición de la gestión.

En el marco teórico se describen los modelos de administración de inventarios que está aplicando actualmente La compañía como lo es la teoría relacionada con el control de inventarios, en donde se definen los conceptos de control físico, metodología de toma de inventario, actualización del control de inventarios y sistema de clasificación ABC, debido a que son conceptos utilizados por La compañía, y requieren ser comprendidos para la identificación de la situación actual. También se describen otros modelos en cuanto a su función, características y beneficios, con el objetivo de identificar qué elementos tomar para la identificación de mejoras a la gestión actual que realiza La compañía.

De igual forma, se describen los conceptos relevantes de la gestión de almacenes, con el fin de mostrar los elementos teóricos aplicados actualmente por La compañía y sobre los cuales también se definirán propuestas de mejora.

En el marco legal se describen los requisitos normativos y de entidades de control que influyen en la gestión de abastecimiento de Adama Andina, como lo es la gestión de almacenes y sustancias peligrosas.

Finalmente, se presenta el análisis y las conclusiones con relación a la validez de la aplicación de los conceptos y cómo cada uno de ellos contribuye a resolver el problema de investigación.

2.1. MARCO CONCEPTUAL

Almacenamiento: Para Ferrín (2007), el objetivo básico de la función de almacenamiento es la custodia de los productos, en condiciones apropiadas para el suministro al proceso de fabricación-venta, evitando el deterioro del material y permitiendo la realización de inventarios de control.

Apilar: poner una cosa sobre otra de manera que formen una pila.

Cantidad máxima de pedido: es la cantidad máxima semanal de producto que se ha sido requerido durante el período de reabastecimiento.

Costo: para Hongren, Datar y Hoster (2007), se mide por lo general como la cantidad monetaria que debe pagarse por adquirir bienes y servicios.

Demanda: según la Subgerencia Cultural del Banco de la República (2015), se refiere uno a la cantidad de bienes o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico.

El Amortiguador (Buffer): es el intervalo de tiempo que protege al tambor, evitando que se paralice el sistema, protegiendo las ventas.

El Tambor (Drum): es el recurso con restricción de capacidad, dicta el ritmo de producción del sistema.

ERP: sigla de Enterprise Resource Planning, es una herramienta tecnológica (software) que automatiza e integra tanto los procesos del manejo de un negocio, así como la producción y distribución.

Pallet: tarima o armazón de madera, plástico u otro material empleado en el movimiento de la carga, facilitando su manipulación, protección y organización.

Factor de variabilidad: es el porcentaje adicional de inventario que sirve como margen de seguridad para protección ante cualquier demora en el periodo de reabastecimiento.

Indicadores de gestión: son métricas que se utilizan para monitorear el desempeño de un proceso, proyecto, sistema u organización.

Inventarios: representa el tamaño y composición de los diversos bienes que se encuentran ubicados en un almacén.

La Cuerda (Rope): es el mecanismo que permite asegurar que el nivel de inventario no aumente más allá de lo que requiere el amortiguador, asegurando que todo el sistema trabaje al ritmo de la restricción.

Layout del almacén: representación gráfica de la distribución lógica de los bienes que conforman el inventario al interior de un almacén, con el objetivo de identificar las áreas y flujos de bienes.

Lead time del proveedor: número total de semanas que requiere el proveedor para despachar el producto desde que recibe el pedido.

Make to Stock: sistema de manufactura en el que se fabrican los productos de forma continua, sin contemplar una demanda explícita, dichos bienes están hechos para ser almacenados.

Make to Order: sistema de manufactura en el que se fabrican los productos bajo pedido del cliente.

Orden de compra: documento que establece los términos en que se solicita la compra de materias primas e insumos.

Periodo de tránsito: tiempo que tarda el producto en llegar a planta desde que se realiza el despacho por parte del proveedor.

Pronóstico de la demanda: estimación de la cantidad de productos que se espera vender durante un determinado periodo en un mercado específico.

Pedido de compra: documento que define el compromiso formal entre la empresa y el proveedor para la adquisición de ciertos productos.

Periodo de reabastecimiento: número total de semanas de reaprovisionamiento desde la activación del pedido hasta la llegada a planta.

Políticas de inventarios: lineamientos definidos para establecer el nivel de existencias económicamente más conveniente para una organización.

Porcentaje de amortiguador de cálculo: es la fracción del tamaño de amortiguador que puede ser tomada para validar comportamiento de los saldos de inventario dentro de los rangos de control.

Producto en tránsito: cantidad de producto que ya fue despachado por el proveedor y está pendiente por llegar a planta.

Proveedores: personas u organizaciones que ofrecen sus bienes o servicios, y que éstos son empleados en la ejecución de las operaciones de La compañía.

Reunión S&OP: significa Sales and Operations Planning, consiste en una serie de reuniones previamente programadas, que tienen como objetivo el equilibrar la demanda y la producción, a través de la participación de representantes con poder de decisión de estas áreas.

Rolling forecast: también llamado pronóstico dinámico de la demanda utiliza los datos históricos de La compañía para estimar la demanda futura a través de reuniones mensuales en las cuales se actualizan las proyecciones, de acuerdo a la nueva información aportada por los procesos de negocio.

Sustancias peligrosas: son aquellas que producen o puede producir daños a la salud, ambiente o instalaciones.

Tamaño de lote de pedido: es la cantidad múltiplo que debe ser tenida para pedir la reposición productos.

2.2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico comprende la revisión de los trabajos y teorías de diferentes autores en temas de:

- Modelos de gestión logística y mejora continua, que brinden una visión a la forma de abordar el análisis de la gestión de inventarios, considerando su comportamiento como el resultado de un accionar interdisciplinario entre las áreas de la empresa que se relacionan con éstos, y entre las diferentes fases de la cadena de abastecimiento, para obtener un despliegue de los responsables y su incidencia en el desempeño.
- Modelos de optimización de inventarios, que permiten identificar el tipo de pedidos existentes, sus características y su accionar directo frente a la planeación de la producción.

- Modelos de cálculo de pronóstico y su importancia frente a la necesidad que tienen las compañías de tener cada vez mayor certeza del volumen de productos a vender en un futuro determinado.
- Los conceptos logísticos y administrativos para maximizar la gestión de almacenes, según estanterías o apilamiento, su layout, unidad de carga y el tipo de embalaje de los productos.

2.2.1. Concepto de inventarios.

En relación con este tema, Pérez & Bastos (2006) describen con detalle que son aquellos recursos que una compañía tiene almacenados para satisfacer una necesidad en la cadena de producción o para su venta como producto final, estos se acumulan en el tiempo y en el espacio, por lo que requieren ser administrados de tal forma que su función de utilidad sea maximizada. Su uso permite que las operaciones continúen sin que se produzcan paradas por falta de productos o materias primas, obtener ventajas por volumen de compra, proporcionar reservas de artículos para satisfacer la demanda de los clientes, separar los procesos de producción y distribución, salvaguardarse de la inflación y de los cambios de precio y protegerse de las roturas de inventario que pueden producirse.

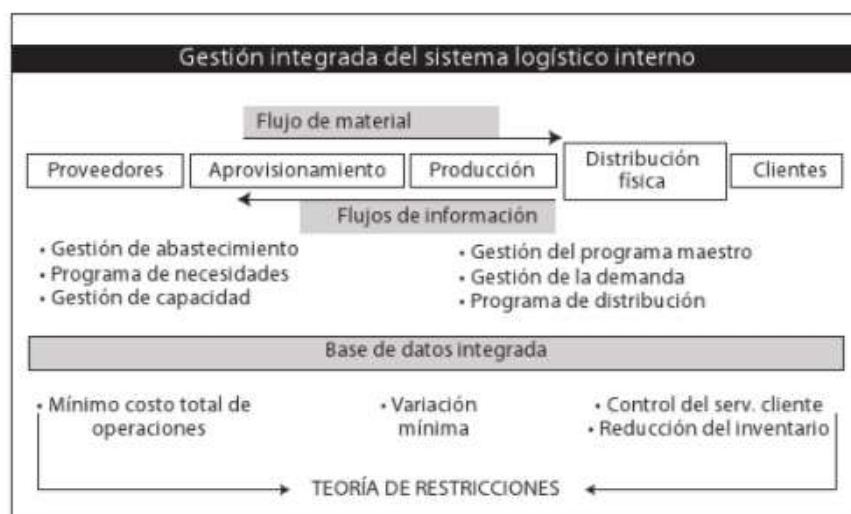
Fundamentalmente, en una empresa existen los siguientes tipos (“Compras e inventarios, Guías de gestión...”,1996):

- Materias primas: compuesto por los elementos simples y elementales que requieren transformación antes de considerarse como un producto.
- Productos semielaborados: artículos manufacturados que se incorporan en un artículo mayor para constituir el producto final.
- Empaques: artículos que se utilizan para empaquetar y embalar productos terminados antes de su venta.
- Consumibles: son bienes que no se incorporan en el producto terminado, pero que, de una u otra manera, son necesarios para su elaboración.
- Productos terminados: artículos completos, funcionales y listos para su venta.

2.2.2. Los inventarios desde el contexto de la gestión logística

En el contexto de gestión logística expuesto por el especialista Luis Aníbal Mora García en su obra “Gestión Logística Integral”, se puede obtener una síntesis de los componentes y secuencias de las mejores prácticas en la cadena logística de una empresa industrial, tal como se presenta en la siguiente ilustración:

Ilustración 4. Modelo de Gestión logística del Ing. Luis Aníbal Mora



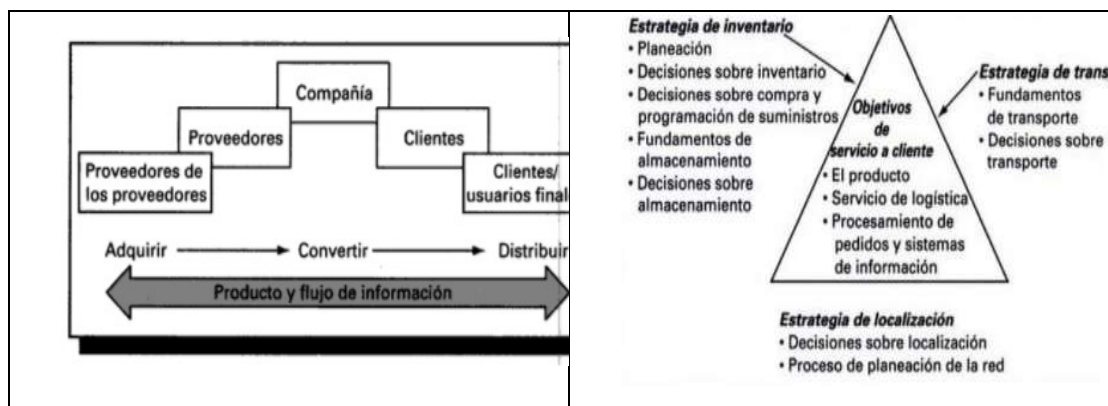
Fuente: Mora, G. L. A. (2010). Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos.

Según Mora (2010), el objetivo de la logística es aumentar las ventajas competitivas, captando y reteniendo clientes y generando un incremento en los beneficios económicos obtenidos por comercialización y producción de los bienes y servicios. Mediante la interacción de las diferentes actividades del modelo de gestión logística se traduce en una tasa de retorno de la inversión más elevada con aumento de la rentabilidad, la reducción de costos y la optimización de recursos.

Para Ronald Ballou (2004), el objetivo de la cadena de suministro implica la identificación e integración eficiente de las diferentes actividades logísticas, proyectando en los productos y servicios finales, que van para los clientes, planeados

desde el mismo abastecimiento de materias primas, pasando por los procesos de abastecimiento, recepción, almacenamiento, transformación y marketing. El resultado de los niveles de servicio a clientes y la óptima gestión de almacenes e inventarios se da de acuerdo con la efectiva comunicación y coordinación de los diferentes responsables en cada etapa y subproceso de la cadena de valor. El concepto de Ballou puede observarse en la siguiente ilustración:

Ilustración 5. Alcance de la moderna cadena de suministros



Fuente: Ballou, B. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro.

De acuerdo con estos objetivos surge el concepto de gestión de cadena de suministro o Supply Chain Management; integrando las cadenas logísticas de clientes y proveedores, y precisamente a lo largo de este complejo sistema se mueven los inventarios, que finalmente serán los que permitan la consolidación y repetición de las ventas. Estos se afectan directamente por la interrelación y coherencia que haya entre las diferentes áreas afines de La compañía, como, por ejemplo, el área comercial y la de compras, que tienen políticas propias y fuertes, generalmente contrapuestas a la gestión logística. A continuación, se relacionan las causales de conflicto interno que impacta de manera directa los inventarios:

Tabla 1. Situaciones que crean conflictos entre áreas y afectan inventarios.
V= Ventaja D = Desventaja

	Problema	Compras	Producción	Mercadeo	Logística
1	Grandes volúmenes de compras	V: grandes descuentos	-	-	D: Aumento en costos de almacenamiento.
2	Largas series de producción	-	V: bajos costos operativos	D: rango estrecho de productos	-
3	Amplio rango (portafolio) de productos	D: descuentos pequeños por bajos volúmenes	D: altos costos de producción.	V: diversidad del portafolio	Altos costos por mayor espacio y manipulación.
4	Reducción de tiempo de entrega	-	V: menos costos de operación	V: mejor nivel de servicio al cliente	D: Aumento en costos de almacenamiento y del sistema
5	Unidades estándar de carga	Consecución de materiales e insumos	D: adecuación del sistema de producción	D: pérdida de ventas por pequeños clientes	V: reducción de costos por unificación de cargas
6	Diseño de nuevos productos	-	-	V: incremento de participación en el mercado.	D: Aumento en costos de almacenamiento y del sistema.

Fuente: Mora, G. L. A. (2010). Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos

En este modelo existen dos conceptos fundamentales que determinan el flujo logístico adecuado:

- El flujo de la información: Es, sin lugar a duda, el componente fundamental de cualquier modelo logístico; permite planificar los diferentes puntos de la cadena de valor; los mayores potenciales de mejora están en asegurar la calidad y oportunidad de la información, requiriendo para ello considerar a los clientes y proveedores como sus principales aliados.
- El flujo de los materiales: A partir de la obtención de información confiable es posible planear el movimiento de los materiales desde los proveedores hasta los clientes, pasando los diferentes procesos operacionales de movilización, almacenamiento, producción y distribución.

En ambos modelos se identifica que debe existir colaboración permanente y coordinada a lo largo de cadena de suministro sincronizada con la demanda, es necesario planificar simultáneamente las cantidades a pedir; gestionar información precisa y en el momento exacto es la clave para reducir tiempos de ciclo, manteniendo niveles adecuados de inventario. El nuevo concepto logístico se basa en la filosofía de “cambiar stocks por información”.

El éxito de los resultados por la implementación de estos modelos depende de la adecuada integración de todas las áreas involucradas en la cadena logística. A continuación, se describen los principales elementos del mismo:

2.2.2.1. Abastecimiento:

Incluye todos los procesos que se involucran la cadena logística para la determinación de los stocks requeridos, la planeación de la reposición, el aprovisionamiento y el almacenamiento para dejar el producto disponible para proceso de manufactura o distribución. El elemento fundamental es la información de los materiales a pedir, ya que es a partir de ésta es que se activan las acciones de los diferentes miembros de la cadena, quienes a su vez deben mantener la comunicación de calidad, certera y efectiva. El acertado pronóstico o cálculo de la demanda son fundamentales para lograr los mejores resultados.

2.2.2.2. Demanda:

Considerando que la información confiable es la base fundamental de una cadena logística eficiente, el proceso de forecasting implica conocer las fuentes para obtenerla, procesarla y minimizar la incertidumbre involucrada. La falta de la visibilidad de la demanda resulta en un círculo vicioso donde las empresas absorben este defecto con niveles de stock adicionales, aumentando el lead time logístico de la cadena completa, y los análisis son ejecutados no en función de los datos reales de ventas, sino en los pedidos de los clientes, los cuales tampoco reflejan la información requerida por el consumidor final. Esta estimación de la demanda resulta obviamente en errores en la previsión, afectando nuevamente con stock adicional. Las compañías líderes tratan de redefinir la receta del forecasting; ésta tiene como ingredientes principales las metas de la gerencia, los pronósticos basados en estudios de marketing, de producción y de ventas, siendo este último, al avanzar en la dirección a la demanda del consumidor, el ingrediente más “caliente” es decir, que expresa la información más fidedigna a cerca de la demanda. Existen muchos modelos y herramientas basados en estadísticas y tecnología que permite tratar con alto grado de acierto los “datos” allí procesados, no obstante, pueden estar alejados de la realidad si la información no es obtenida de los

focos adecuados y analizada de manera integrada con la información disponible en las demás fuentes.

2.2.2.3. Pedidos:

Es un sistema de proceso integrado que permite obtener de manera oficial los requerimientos de un cliente, que es usado por las compañías para la entrada de pedidos y el procesamiento de los mismos. Por lo general comprende una plataforma con información de productos, catálogos, inventarios, clientes, cupos de cartera y grado utilización, especialmente. Los pedidos se pueden clasificar de acuerdo con el modelo de producción:

- Fabricación para almacenamiento (MTS, Make to Stock).
- Armado bajo pedido (ATO, Assemble to Order).
- Fabricación bajo pedido (MTO, Make to Order).
- Buy to order.
- Design to order

2.2.2.4. Compras:

Se constituyen en la primera función de la cadena de suministro debido a que el inicio de este importante proceso depende de las necesidades de materias primas, materiales de empaque y demás recursos identificados para los procesos productivos. Se integra al proceso logístico como agente conocedor de las fuentes de aprovisionamiento, y, por ende, de aquellos actores capaces de satisfacer de manera óptima los requerimientos de adquisición de la empresa. Los objetivos que se persiguen son: garantizar el ciclo de entrega a clientes, mantener el mínimo de inversión en inventarios, maximizar la relación costo - beneficio, encontrar y desarrollar fuentes competitivas de suministros y garantizar la excelencia en los niveles de servicio del proveedor: Se debe garantizar el nivel óptimo, efectuando revisiones permanentes de los mismos y solicitar los aquellos que son necesarios para atender satisfactoriamente la planeación de la producción sin afectar los niveles de inventarios por exceso o por defecto. Por lo anterior, los sistemas de reabastecimiento más conocidos se definen a continuación:

2.2.2.4.1. Modelo de lote óptimo económico: Este se conoce también como EOQ, es la base de todos los esquemas de cálculo para la compra de materias primas y de mercancías en las empresas de hoy. Parte del concepto de cubrir la demanda esperada por la compañía, los costos de gestión de las órdenes de compra y los costos de inventario, el cual considera los siguientes parámetros:

D: Demanda en unidades por año

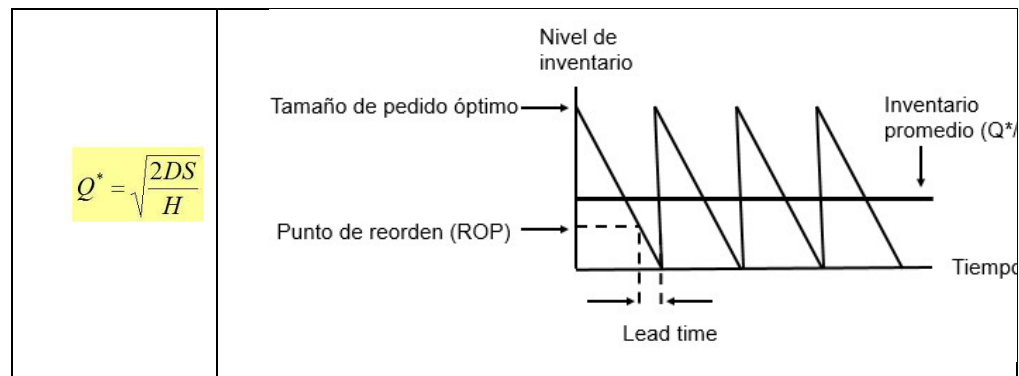
S : Costo de emitir una orden

H : Costo asociado a mantener una unidad en inventario en un año

Q : Cantidad a ordenar

El costo anual de mantener unidades en inventario es $H * Q/2$ y el costo de emitir órdenes para el mismo período es $S * D/Q$. Por tanto, la función de costo total (anual) asociado a la gestión de inventarios es $C(Q) = H * (Q/2) + S * (D/Q)$. Si derivamos esta función respecto a Q e igualamos a cero (de modo de encontrar un mínimo para la función) obtenemos la fórmula para el modelo EOQ que determina la cantidad óptima de pedido, la cual se describe en la ilustración 6:

Ilustración 6. Modelo EOQ

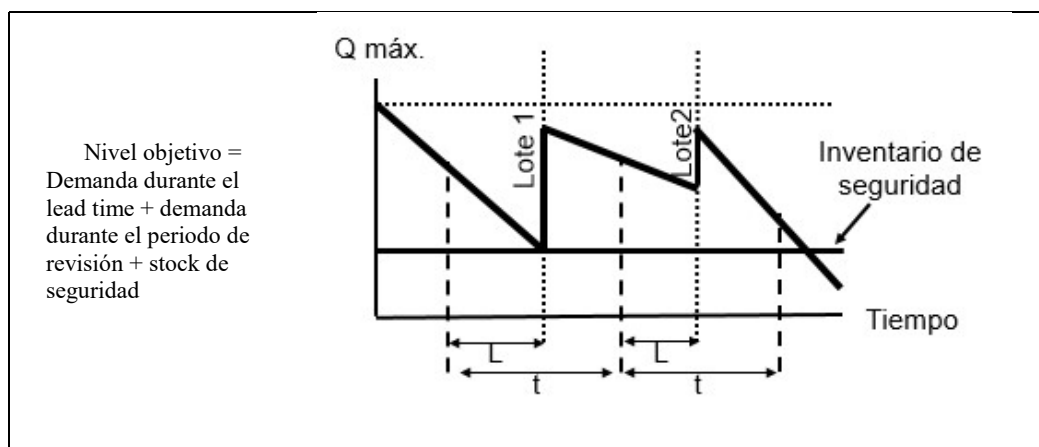


Fuente: Elaboración propia

El modelo de lote óptimo económico no es capaz de cubrir las variaciones de la demanda y los tiempos de entrega. Es ideal para productos estacionales.

2.2.2.4.2. **Sistemas de revisión periódica:** Un sistema de revisión periódica del inventario (conocido también como modelo P) es aquel en el cual el inventario de un ítem es revisado a intervalo de tiempo fijo, y se realiza una orden por el monto apropiado, es decir, el tamaño de pedido varia con el comportamiento de la demanda. Con relación a lo anterior la pregunta relevante es ¿cuánto ordenar? Una de sus ventajas potenciales es que permite combinar órdenes a un mismo proveedor. En la siguiente ilustración se describe el accionador de tiempo de este sistema:

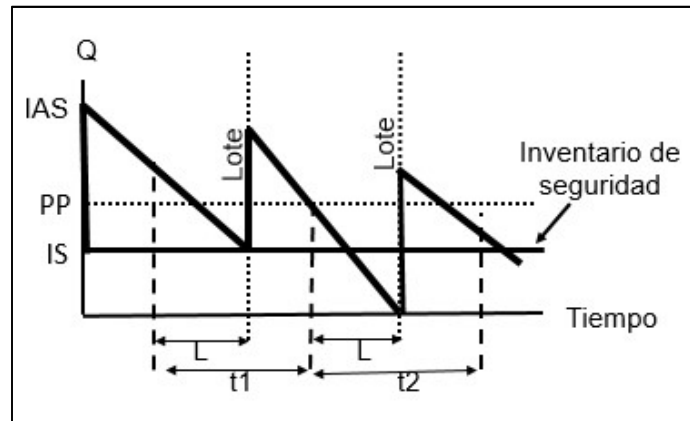
Ilustración 7. Accionador del pedido: tiempo



Fuente: Elaboración propia

2.2.2.4.3. **Sistema de revisión continua:** Consiste en revisar el nivel de stocks de un artículo, cada vez que se produce una recepción o una venta, para tener un permanente conocimiento de las existencias, y cuando éstas llegan a un nivel determinado, llamado punto de pedido, es el momento en que se debe realizar un pedido para evitar roturas de stock y problemas en el suministro a los clientes. No hay periodicidad predeterminada, ya que la frecuencia del periodo se determina automáticamente por sí sola, en función del ritmo de venta y del punto de pedido. Todos los pedidos son del mismo tamaño y la cantidad a pedir será aquella que permite que la suma de los costes de la gestión de stocks sea mínima. A dicha cantidad se la denomina lote económico o volumen óptimo de pedido (VOP).

Ilustración 8. Accionador del pedido: cantidad



Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Almacenamiento:

Según Ballou (2004), el almacenamiento puede definirse desde 3 aspectos:

- **Gestión de almacenes:** Es el conjunto de procesos orientados a la optimización de las operaciones de manipuleo y transporte de mercadería, entregas, contribuyendo a la reducción de costos. Se soporta en 5 de procesos básicos que son: 1. recepción, 2. almacenamiento, 3. control de Inventario, 4. Preparación de Pedidos (Picking/Surtido), y 5. Despacho (Embarque)
- **Movimiento de materiales:** La adecuada movilización de materiales es fundamental para reducir los sobrecostos logísticos, favorecer el alistamiento y despacho, brindando seguridad en los desplazamientos; para ello se tienen en cuenta los siguientes aspectos: Planeación de operaciones; Disponer de equipos de movilización adecuados y en buen estado; Infraestructura de bodegas que cumplan con estándar definido; Personal con idóneo y capacitado; Distribución de productos en bodegas: zonas, distancias; Almacenamiento ordenado; Procedimientos adecuados y actualizados e Instalaciones adecuadas.

- Tipos de productos: Los productos se pueden clasificar de diferentes maneras de acuerdo con el objetivo de análisis requerido, los más comunes son: Productos de consumo, dirigidos a consumidores finales y dependen de los hábitos de compra de personas y el hogar; Productos de negocios, de acuerdo con la intención de reventa, uso en la elaboración de otros productos o la provisión de servicios en una organización; y, Productos según duración y tangibilidad, depende de la cantidad de uso que sea posible darle en el tiempo, ya sea tangible o intangible.

2.2.4. Producción:

Las fallas en la producción se traducen en exceso de stocks, inventarios obsoletos, retrasos en las entregas, sobre costos por reprocesos, por almacenamiento, y por procesos productivos. Los componentes dentro de esta variable son:

- Planeación de la producción: Consiste en definir el volumen y el momento de fabricación, estableciendo un equilibrio entre la producción y la capacidad a los distintos niveles, en busca de la competitividad deseada. Para ello, se requiere un proceso concatenado de planes que vinculen los distintos niveles jerárquicos de la organización. Implicar conocer e integrar en funciones de operatividad y tiempo los requerimientos de productos a producir, los recursos disponibles, instalaciones físicas, maquinarias, equipos, materias primas, personal, áreas de almacenamiento, especialmente.
- Ejecución de la producción: Consiste desarrollar las actividades de fabricación diseñadas desde la planeación, donde se utilizan todos los recursos disponibles. La interrelación entre la planeación y la adecuada ejecución de los procesos productivos permite minimizar: costos, inversión en inventarios, cambios en las tasas de producción, y cambios en los niveles de personal. Además, permite maximizar: ganancias, servicio al cliente y la utilización de planta y equipos.

- **Distribución:** Es una herramienta de la mercadotecnia que incluye un conjunto de estrategias, procesos y actividades necesarios para llevar los productos desde el punto de fabricación hasta el lugar en el que esté disponible para el cliente final en las cantidades precisas, en condiciones óptimas de consumo o uso y en el momento y lugar en el que los clientes lo necesitan y/o desean. Está compuesta por:
 - **Comercialización:** Según Méndez (2004), significa que una organización encamina todos sus esfuerzos a satisfacer a sus clientes por una ganancia estimada. Al respecto hay tres ideas fundamentales incluidas en la definición de este concepto: primero, la orientación hacia el mercado; segundo, el esfuerzo total de la empresa, y, tercero, la ganancia como objetivo.
 - **Transporte:** El transporte es por excelencia uno de los procesos fundamentales de la estrategia logística de una organización, este componente es de atención prioritaria en el diseño y la gestión del sistema logístico de una compañía, dado que suele ser el elemento individual con mayor ponderación en el consolidado de los costos logísticos de la mayoría de empresas. La gestión del transporte tiene dos tareas imperativas, estas son la elección del medio o los medios de transporte a utilizar y la programación de los movimientos a emplear (“Medios y gestión del transporte”, s.f, párr. 1).
 - **Servicio al cliente:** Es el conjunto de actividades que realiza una empresa con el fin de que el cliente obtenga el producto en el momento y lugar adecuado y se asegure un uso correcto del mismo. Es una potente herramienta de marketing, ya que permite el contacto cara a cara, fortalece la correspondencia entre cliente / empresa, y facilita un canal para el manejo de reclamos y cumplidos (“Elementos del servicio al cliente”, s.f., párr.4)

2.2.5. Almacenamiento:

A continuación, se describen los elementos principales con respecto al almacenamiento que se tienen en cuenta en el modelo de gestión logística:

2.2.5.1. Costos de almacenamiento:

Los principales costos de la operación de almacenamiento son: a) nómina de personal asociado, b) depreciación de bodegas, montacargas y equipos de manejo, c) arrendamiento de bodegas, montacargas y equipos de manejo, d) compra de pallets, canastas, equipos de seguridad, estanterías, e) mantenimiento, f) servicios públicos, g) impuestos, h) vigilancia, i) seguros, j) costos administrativos asociados al almacén.

2.2.5.2. Almacenamiento paletizado (pallets) y a granel, del cual se pueden aplicar según la necesidad las siguientes técnicas:

- Carga unitaria: es un conjunto que forma un todo único en cuanto a la manipulación, almacenamiento y transporte, como si fuese una unidad; por lo general se consolida en el elemento llamado pallet (pallet).
- Cajas o cajones: técnica ideal para almacenamiento de materiales pequeños; por lo general son estructuras tipo armario con estructura de cajones.
- Apilamientos: se ubican las mercancías unas sobre otras, por lo general en pallets o plataformas, constituyendo pilas y sin el uso de estanterías. Se realiza directamente sobre el piso de la bodega. Su eficiencia depende de las condiciones de empaque, peso y estabilidad de las cargas.
- Contenedores flexibles: son grandes sacos fabricados generalmente en tejido resistente y caucho vulcanizado, con un revestimiento interno que varía según su uso. Su capacidad puede estar entre los 500 kg y los 1.000 kg.

2.2.5.3. Sistemas de almacenamiento: Son importantes dentro del costo total y la eficiencia de las operaciones, ya que su objetivo es lograr el máximo aprovechamiento del espacio, sin embargo, la eficiencia del manejo y la

reducción de daños son dos razones muy importantes que deben considerarse; los sistemas de almacenamiento más conocidos son:

- Apilado a piso: las pallets con producto se colocan unas encima de otras sin estantería, normalmente se operan con montacargas contrabalanceados para alta productividad.
- Selectivo: requiere de estantería con estructura metálica diseñada para almacenar mercancías en varios niveles de altura de manera independiente; existen dos tipos: 1. Estantería selectiva, para un acceso directo y unitario a una pallet o pallet; 2. Doble profundidad, para el acceso a dos pallets por cada frente de pasillo.
- Compacto: requiere de estantería metálica para almacenaje por acumulación que facilita la máxima utilización para el espacio disponible, tanto en superficie como en altura; adecuada para productos homogéneos, de gran volumen y de baja rotación.
- Sistema push back: almacenamiento con estanterías para lotes de un mismo producto que sean mayores a tres pallets; permite almacenar hasta cuatro pallets en fondo por cada nivel, excepto el ultimo, óptimo para productos de media rotación y sistema LIFO.
- Mezzanines: sistemas entre pisos o de varios niveles para recorridos de los operadores de picking cuando e tiene una alta cantidad de referencias.
- Pallets apilables: útil para el apilamiento de mercancías con irregularidad de forma; una ventaja es su práctico almacenamiento cuando no están en uso.

2.2.5.4. Como procedimiento general para el elegir el sistema de almacenamiento, se realizan principalmente los siguientes pasos: a) Evaluar requerimiento o no de estantería, b) analizar tamaño y comportamiento del inventario, c) analizar la conformación de los pedidos, d) Analizar el volumen, forma y peso de las mercancías, e) analizar condicionamiento de los productos, f) evaluar alternativas de varios sistemas, g) puesta en marcha y operación, h) optimización.

2.2.5.5. Síntesis del comportamiento de los inventarios a partir del contexto de la gestión logística:

De acuerdo con Luis Aníbal Mora (2005), los inventarios no deben satisfacer una sola área sino a toda la compañía y deben ser observados desde el contexto de la cadena logística, ya que las decisiones sobre los mismos deben ser tomadas en una adecuada integración y análisis de información obtenida en cada uno de las fases. La dependencia de las áreas organizativas, con respecto a la gestión de stock o la interdependencia de esta función con otros subsistemas de la compañía, tiene un interés primordial. Cualquier área organizativa de la empresa depende de los inventarios y de su administración, y al no comprender adecuadamente su interdependencia puede conducir a tomar decisiones que, por un lado, ahorran dinero, pero, por otro generan grandes pérdidas. La medida más fácil para reducir costos y gastos es disminuir el stock, esto puede provocar un grave incremento en el gasto de cualquier otra área, elevar los niveles de inventarios para maximizar el servicio al cliente incrementa los costos de los mismos y su almacenamiento.

2.2.6. Modelos de optimización de inventarios

Dentro de la cadena logística se desarrollan diferentes modelos encaminados a optimizar los inventarios; a continuación, se describen los más utilizados:

2.2.6.1. Planificación de inventarios según enfoque de producción.

En el plan maestro de producción (MPS-Master Production Schedule) se especifica qué, cuándo y cuantos bienes o productos terminados deben producirse en determinado período. Se basa en los resultados arrojados por la planeación agregada de la producción, pero la programación se hace para productos individuales en vez de familias de productos y se programa para lapsos de tiempo más cortos, normalmente días o semanas. En este plan las cantidades representan producción y no demanda, es decir, las cantidades a producir no necesariamente coinciden con la demanda ya que

pueden influir estrategias o políticas que tome la compañía en cuanto a niveles de inventarios, fuerzas de trabajo y toman o de los lotes de producción, entre otros. Dichas cantidades que producir pueden ser una combinación de órdenes de clientes y datos pronosticados. En el Plan Maestro de producción las cantidades expresan lo que se necesita producir, no lo que se puede producir.

Chapman (2006), describe los siguientes ambientes para la planeación de la producción de menor a mayor grado de influencia del cliente:

- Fabricación para almacenamiento (conocida también por sus siglas en inglés, MTS, Make to Stock). Existen productos cuya fabricación llega a su forma final, y que se almacenan como productos terminados. La base colectiva de clientes puede tener cierta influencia sobre el diseño general del producto; sin embargo, un cliente individual sólo tiene que tomar —esencialmente— una decisión cuando el producto está terminado: adquirirlo o no adquirirlo.
- Armado bajo pedido (ATO, Assemble to Order). En este caso el cliente cuenta con mayor influencia sobre el diseño, toda vez que puede seleccionar varias opciones a partir de sub-armados predefinidos. El productor “ensamblará” esas opciones para formar el producto final que desea el cliente.
- Fabricación bajo pedido (MTO, Make to Order). Esta condición permite que el cliente especifique el diseño exacto del producto o servicio final, siempre y cuando en su fabricación se utilicen materias primas y componentes estándar.
- Ingeniería bajo pedido (ETO, Engineer to Order) En este caso el cliente tiene prácticamente completo poder de decisión sobre el diseño del producto o servicio. En general, no se verá limitado a la utilización de componentes o materia prima estándar, sino que incluso podrá hacer que el productor le entregue algo diseñado “desde cero”.
- Buy to order. Es un modelo de pedidos en el cual se genera una orden de compra para la producción de uno o varios productos, en la cual se establecen las condiciones comerciales y fabriles. Pueden hacerse entregas completas o parciales.

- Design to order. Es un pedido en el cual del cliente emite un pedido que requiere una mejora a una receta y por tanto debe ser rediseñada y sometida a prueba.

2.2.6.2. Rolling forecast (Pronósticos de demanda).

Consiste en la estimación y el análisis de la demanda futura para un producto, utilizando los datos históricos de venta, estimaciones de marketing e información promocional, a través de diferentes técnicas de previsión con el objetivo de mejorar el flujo de información en la cadena de suministro y preparar las diferentes áreas de la organización (compras, logística, transporte, producción, finanzas) para las operaciones futuras. Específicamente, el Rolling Forecast (pronóstico dinámico) es un proceso de revisiones periódicas (suele ser mensual) de las previsiones donde se recogen las últimas tendencias del mercado, se analizan las ventas y se actualizan las previsiones acordes a las novedades del negocio. Permite a las empresas reaccionar con mayor rapidez ante cambios del entorno y pensar en el negocio como un proceso dinámico y constante en lugar de un evento estático (“Forecast Solutions – Innova Group” ...2006).

2.2.6.3. Reunión S&OP - Sales & Operation Planning.

El Sales and Operations Planning (S&OP, por sus siglas en inglés) o la planeación de ventas y operaciones, es un proceso que permite desarrollar los planes tácticos para alcanzar una ventaja competitiva en una empresa integrando los planes de marketing y el enfoque al cliente como parte de la administración de la cadena de suministros (“APICS, Apics dictionary” ...2008). Esta técnica, comprende un conjunto de actividades y tecnologías soportan de forma eficaz la determinación del pronóstico de la demanda, ya que tiene en cuenta su variabilidad al definir espacios periódicos de actualización de la información, lo cual también beneficia a la organización al incrementar la participación de áreas clave como operaciones, ventas, logística, y a su vez, revisar los resultados de la planeación y su alineación con los objetivos del negocio.

2.2.6.4. Teoría de restricciones:

La Teoría de las Restricciones, también llamado TOC, es una filosofía administrativa integral que utiliza los métodos usados por las ciencias puras para comprender y gestionar los sistemas con base humana (personas, organizaciones, etc.), permite enfocar las soluciones a los problemas críticos de las empresas, para que estas se acerquen a su meta mediante un proceso de mejora continua; comprende un conjunto de conocimientos, principios, herramientas y aplicaciones que simplifican la gestión de los sistemas, utilizando la lógica pura o sentido común. Según TOC, cualquier empresa que desee lograr un proceso de mejora continua en la búsqueda de su meta, debería seguir los siguientes pasos:

- Identificar las restricciones del sistema: una restricción es una variable que condiciona un curso de acción. Puede haber distinto tipo de restricciones, siendo las más comunes, las de tipo físico: maquinarias, materia prima, mano de obra etc. Explotar las restricciones del sistema: implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción.
- Subordinar todo a la restricción anterior: todo el esquema debe funcionar al ritmo que marca la restricción (tambor)
- Elevar las restricciones del sistema: implica encarar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción. Ej. tercerizar
- Si en las etapas previstas se elimina una restricción, volver al paso a): para trabajar en forma permanente con las nuevas restricciones que se manifiesten (“Teoría Idj.blogspot.com.co” ...2012).

2.2.6.5. Gerencia de amortiguadores DBR (Drum-Buffer-Rope):

Es una metodología de planeamiento, programación y ejecución que aparece como resultado de aplicar TOC a la programación de producción. DBR aplica perfectamente la mecánica de programación de TOC y la hace fácil de entender e implementar en la planta. La programación DBR se concentra en tres áreas:

- El tambor (drum), se refiere a los cuellos de botella (recursos con capacidad restringida) que marcan el paso de toda la fábrica. Indica cuando debe entrar y procesar el material para cada recurso productivo.

- El Amortiguador (buffer), protege al throughput (ingreso de dinero a través de las ventas) de las interrupciones del día a día y asegura que el Drum (tambor) nunca se quede sin material. En lugar de los tradicionales Inventarios de Seguridad “basados en cantidades de material” los amortiguadores recomendados por TOC están “basados en tiempo de proceso, es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material llega a los puntos críticos con una cierta anticipación. En lugar de situar amortiguadores de inventario en cada operación, las compañías que implementan TOC sitúan amortiguadores de tiempo solo en ubicaciones estratégicas que se relacionan con restricciones específicas dentro del sistema.
- La cuerda (rope), es el tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al Drum, más el tiempo del amortiguador, es llamado “Rope-length” (longitud de la soga). La liberación de materias primas y materiales a la planta está entonces “atada” a la programación del Drum, ningún material puede entregarse a la planta antes de lo que la “longitud de la soga” permite, de este modo cada producto es “tirado por la soga” a través de la planta. Esto sincroniza todas las operaciones al ritmo del Drum, lográndose un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la compleja red de procesos de una fábrica (“CIMATIC. Enfoque de la teoría de restricciones...”, 2015).

El tamaño del amortiguador puede encontrarse estimado conservadoramente, por lo que requiere revisarse periódicamente para asegurar que han sido regulados correctamente. De acuerdo con la teoría de restricciones TOC, “el inventario óptimo o amortiguador es aquel que es capaz de responder al promedio máximo del consumo que se puede realizar durante el tiempo de reabastecimiento, ajustado por su nivel de confiabilidad” (Schroeder, 1999). Para ello se propone la siguiente fórmula:

$$TA = DTR + Z \times \sigma \quad [1]$$

Donde,

TA = Tamaño del amortiguador inventario óptimo

D_{TR} = Demanda promedio durante el tiempo de reabastecimiento,

Z = Valor de la distribución Z para un nivel de confiabilidad deseado (como se muestra en la tabla 2).

σ = Desviación estándar.

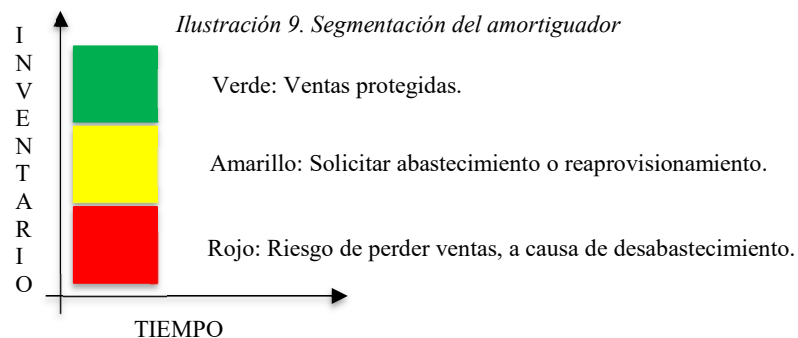
Tabla 2. Distribución normal Z

Factor Z		Nivel de confiabilidad
$Z = 1$	1σ	84,1%
$Z = 2$	2σ	97,7%
$Z = 3$	3σ	99,9%

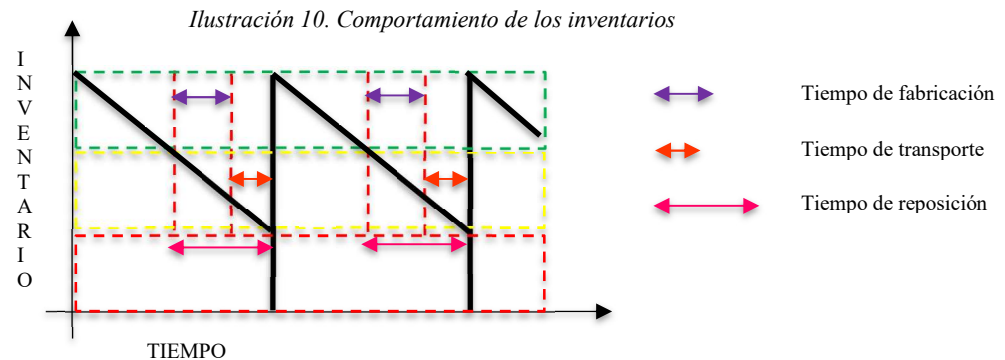
Fuente: Wonnacot, (1997)

Una vez establecido el TA el objetivo fundamental es evitar que el inventario suba del TA o se agote. Entonces el enfoque es ahora tratar de reponer las unidades consumidas en el menor tiempo posible para recuperar el nivel del TA.

Para definir la demanda pronosticada se puede partir de la información de la demanda diaria estimada por el área de mercado, luego, el tiempo de reposición es el tiempo de pedido más el tiempo de fabricación más el tiempo de transporte, y finalmente, el factor de variabilidad es la suma de una unidad más el porcentaje que representa la desviación estándar y se adoptará de un producto similar dentro de la misma familia de productos. Después de haber determinado el nivel inicial del amortiguador, se procede a dividirlo en tres segmentos, con el fin de identificar el estado del buffer, Vallejo (2015). La ilustración 9 representa lo anteriormente mencionado:



Es importante mencionar que los inventarios están sujetos a dos impactos de incertidumbre, que son: la demanda y el tiempo de reposición; estos dos impactos son relevantes al momento de realizar la determinación del nivel del inventario. Lo anterior se representa en la ilustración 10.



Fuente: Elaboración propia.

En la medida en que se va ingresando en la zona amarilla es importante iniciar las actividades de solicitud de reposición, tratando de evitar que el inventario ingrese a la zona roja. Luego, en el transcurso del tiempo, y cuando se tenga información de las operaciones, se debe regular el nivel objetivo del amortiguador. El buffer se establece como la demanda diaria promedio de n periodos de reposición más dos o tres desviaciones estándar que representa la variabilidad del consumo durante el tiempo de reposición, multiplicado por el tiempo de reposición, según se muestra en la siguiente fórmula:

$$Bf = (dd + 2 \text{ ó } 3 \sigma) \times tr \quad [2]$$

Dónde,

Bf = Buffer inicial.

dd = Demanda diaria promedio en unidades/días.

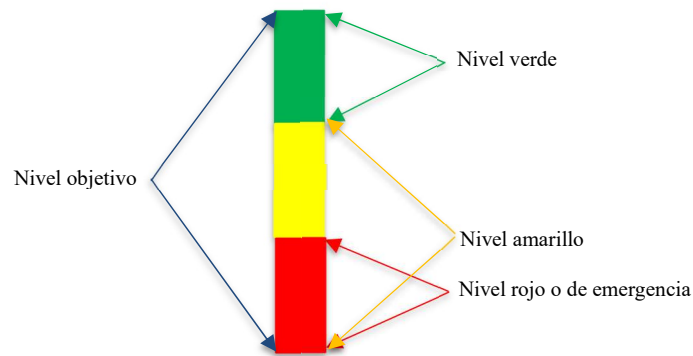
σ = Desviación estándar.

tr = Tiempo de reposición en días.

El amortiguador protege contra las variaciones a los procesos que lo precedan, debido a que las variaciones siempre están presentes, nunca se verá el amortiguador

total planificado, por lo general se puede encontrar alrededor de la mitad del buffer, o sea en la zona amarilla. En la ilustración 11, se presentan los niveles del buffer.

Ilustración 11. Niveles de amortiguador



Fuente: Elaboración propia.

Se debe tener en cuenta que, si el amortiguador permanece mayor a dos tercios, se puede señalar que es demasiado grande, es decir las fluctuaciones en el sistema no son lo suficientemente grandes como para justificar la inversión en inventario. Por otro lado, si el amortiguador permanece en menos de un tercio, se puede señalar que es demasiado pequeño, las ventas del sistema estarán en peligro y el riesgo de que la restricción se quede sin trabajo se incrementará cuando la porción física del amortiguador disminuya aún más.

Por todo lo indicado, se debe gestionar el amortiguador como una administración de riesgo de paralizar las ventas de la organización. Se debe reabastecer exactamente la cantidad que completará el amortiguador; el estado del buffer es el porcentaje de cuánto falta para completar el nivel del objetivo. Si se formula, el estado del buffer queda expresado como:

$$EB = Bf - Cs \quad [3]$$

Dónde,

EB: Estado del Buffer

BF: Buffer

Cs: Cantidad en Sitio

La única manera efectiva de determinar con exactitud el tamaño del amortiguador es gestionarlo activamente. Por ello, es trascendental definir cuando es necesario incrementar o reducir el nivel objetivo.

Penetración del amortiguador: La “penetración del amortiguador” PA se define como el número de unidades faltantes en el inventario, para que éste llegue al nivel del amortiguador TA; generalmente se representa en porcentaje, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$PA = (1 - I/TA) * 100\% \quad [4]$$

Donde,

PA = Penetración del amortiguador

I = Inventario físico

TA = Tamaño del amortiguador

Por lo tanto, si:

PA ≤ 33% Zona verde

33% < PA ≤ 67% Zona amarilla

PA > 67% Zona Roja

En primer lugar, se considera la necesidad de incrementar el nivel objetivo cuando existen penetraciones frecuentes y permanecen por mucho tiempo en la zona roja. Para ello debe monitorear el tiempo que pasó el inventario en la zona roja cuan profundo entró en la misma. El monitoreo de la penetración en la zona roja inicia cuando la penetración ocurre. El área debajo del rojo mide la necesidad de incrementar el amortiguador. Si dos puntos se graficaron en la zona roja, se deberá incrementar el tamaño del buffer en un tercio, Goldratt & Cox (2002).

En segundo lugar, cuando se realiza el monitoreo del amortiguador se espera que el nivel del inventario alcance la zona verde casualmente, pero que no permanezca mucho tiempo. Si el buffer permanece en la zona verde por mucho tiempo, es una señal de que es muy grande, entonces se considera reducirlo. Si las penetraciones en la zona verde igualan o superan dos tiempos de reposición, se deberá reducir el tamaño del buffer en

un tercio, Goldratt & Cox (2002). Monitorear las penetraciones en zonas rojas y verdes debe dar como efecto un buen ajuste de los amortiguadores a la dinámica de la realidad de los consumos.

2.2.7. Control de inventarios.

Se entiende por Administración o Gestión de Inventarios, todo lo relativo al control y manejo de las existencias de determinados bienes, en la cual se aplican métodos y estrategias que pueden hacer rentable y productivo la tenencia de estos bienes y a la vez sirve para evaluar los procedimientos de entradas y salidas de dichos productos.

2.2.7.1. Control físico de inventarios.

Permite controlar las existencias de inventarios en función de sus condiciones físicas, cantidad y ubicación, de tal forma que se complete la información sobre la capacidad de la organización para satisfacer las necesidades de la operación y de las ventas, así como la toma de acciones para asegurar la integridad del inventario antes de su uso, determinar el momento más apropiado para su disposición y abastecimiento, y, que las existencias físicas sean concordantes con las de los sistemas de información. En el manual de control y manejo de inventario y almacén de la Fundación Iberoamericana de Altos Estudios Profesionales (2006), se define que, en la gestión de Inventarios están involucradas tres (3) actividades básicas a saber:

- Determinación de las existencias: La cual se refiere a todos los procesos necesarios para consolidar la información referente a las existencias físicas de los productos a controlar incluyendo los procesos de: Toma física de inventarios, Auditoría de Existencias, Evaluación a los procedimientos de recepción y ventas (entradas y salidas), y conteos cíclicos.
- Análisis de inventarios: Se refiere al análisis estadístico que se realice para establecer si las existencias que fueron previamente determinadas son las que deberíamos tener en nuestra planta, es decir aplicar aquello de que "nada sobra y nada falta", pensando siempre en la rentabilidad que pueden producir estas existencias.

- Control de producción: La cual se refiere a la evaluación de todos los procesos de manufactura realizados en el departamento a controlar, es decir donde hay transformación de materia prima en productos terminados para su comercialización, los métodos más utilizados para lograr este fin son: MPS (plan maestro de producción) y MRP II (planeación de recursos de manufactura)

2.2.7.2. Metodología de un adecuado inventario físico.

El conteo físico de los productos es una las actividades de control más importantes en la Administración ya que permite establecer el volumen y el valor de los mismos; consiste en verificar los saldos de materiales depositados en bodegas y comparados con las existencias en libros. Este proceso de conteo requiere una verificación periódica para conocer el grado o nivel de Administración.

2.2.7.3. Actualización del control de inventarios.

Los inventarios deben realizarse con periodicidad suficiente que permita monitorear oportunamente cualquier cambio o diferencia, además, para conocer el margen de asertividad de la gestión administrativa. Generalmente en logística, se realizan inventarios una vez al año, sin embargo, las buenas prácticas indican, que una revisión cíclica mensual, de selección aleatoria o con segmentación planificada, se logran mejores resultados; este modelo requiere mayores recursos que el anual, pero el nivel de acierto se incrementa. Empresas con bajos niveles de asertividad requieren controles más frecuentes, pero pueden reducirse en la medida que el grado de acierto va incrementando.

2.2.7.4. Clasificación ABC de los inventarios

Según Flamarique (2017), desde el punto de vista de la logística, la clasificación ABC es en la actualidad una metodología de segmentación de productos que fue creada por el economista y sociólogo italiano Vilfredo Pareto, quien en el año 1987 con sus estudios encontró que el 80% del poder político y económico estaba en cabeza del 20% de las personas; a nivel de inventarios implica que el 20% de las mercancías constituyen

el 80% del valor de uso de los mismos. Para identificarlos se hace un listado de los inventarios en el cual se encuentre ordenado en forma descendente el valor analizado y se totaliza; a continuación, en una columna adicional se registran los valores acumulados de los porcentajes de participación específicos y los acumulados para determinar cuáles ítems conforman el 80% del total.

Este método se conoce como la Ley de Pareto que es muy usada especialmente en control de calidad y logística (entradas salidas, inventarios).

Flamarique (2017), describe las características de la clasificación ABC:

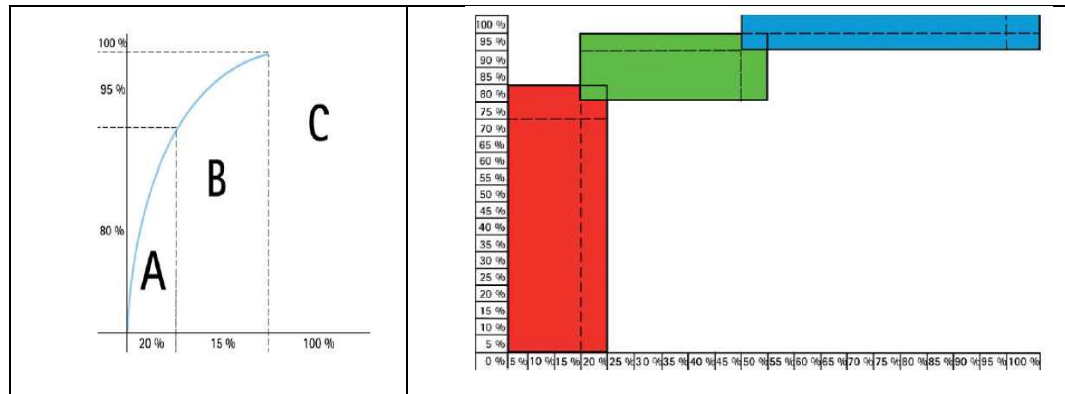
- Aproximadamente el 20 % de los artículos en el almacén representa el 80 % del stock o existencias.
- Aproximadamente el 20 % de los productos representa el 80 % de las entradas.
- Aproximadamente el 20 % de los artículos representa el 80 % de las salidas.
- Aproximadamente el 20 % de los productos representa el 80 % de los movimientos en el almacén.

Muchas de las empresas dedicadas a la producción, almacenamiento y distribución de productos requieren de su sistema de clasificación de materiales para optimizar el almacenamiento y la movilización a fin de reducir los tiempos, facilitar la disponibilidad y reducir los costos; de aquí surge la clasificación ABC de la siguiente manera:

- Productos o artículos A: productos de una rotación alta o muy alta. Normalmente constituyen entre el 15 % y 20 % de los artículos y representan entre el 60 % y 80 % de los movimientos, las ventas, los costos y el inventario.
- Productos o artículos B: productos con una rotación media. Normalmente constituyen entre el 25 % y 35 % de los productos y representan entre el 10 % y 20 % de los movimientos, las ventas, los costos y el inventario.
- Productos o artículos C: productos con una rotación baja o muy baja. Normalmente constituyen entre el 40 % y 60 % de los artículos y representan entre el 5 % y 10 % de los movimientos, las ventas, los costos y el inventario.

La clasificación ABC se puede representar gráficamente como se ve en la siguiente ilustración:

Ilustración 12. Representaciones gráficas de la clasificación ABC.



Fuente: Flamarique, S. (2017). Gestión de operaciones de almacenaje.

La clasificación ABC de los materiales facilita el diseño del Almacén, la ubicación de los productos, la movilización y la planeación del recurso en la bodega; este modelo presenta dificultades en los almacenamientos caóticos porque requiere la exclusividad de área o celdas de almacenamiento. Las ubicaciones de materiales serian de la siguiente manera:

- Productos tipo A: próximos a la salida; se educen los movimientos y tiempos durante el despacho. Tienen elevado movimiento y requieren alto nivel de control.
- Productos tipo B: se ubican en una zona intermedia, a continuación de los artículos tipo A por tener menor rotación o movimiento. Requieren inventarios periódicos.
- Productos tipo C: se ubican en la zona más alejada de la salida, a continuación de los productos tipo B; su rotación y gestión de aprovisionamiento es lenta; por lo general se controlan una vez al año. Se debe tener cuidado de no perder el control de los productos vencidos y obsoletos que pueden hacer en esta zona.

2.2.8. Gestión de almacenes.

Se definen los conceptos más importantes a tener en cuenta en los conceptos propios del manejo del Almacén.

2.2.8.1. Definición de Almacén

El Almacén se concibe como esa estructura física en la cual se guardan mercancías; Flamarique, S. (2017) define el almacén como “recintos especialmente proyectados y contruidos para dicho fin, pero en muchas ocasiones el almacenaje, su planificación y los flujos que genera se han de adaptar a edificios o recintos diseñados para otras funciones”. Desde el punto de vista de la logística, los almacenes son los edificios o espacio o recintos especialmente planificados, proyectados y contruidos para recibir, almacenar, custodiar, proteger, controlar, manipular, reacondicionar y expedir productos, ya sean materias primas, productos semielaborados o terminados.

2.2.8.2. Métodos de almacenamiento

Según Flamarique (2017), los métodos de almacenamiento se determinan por la forma se ubican las mercancías en el Almacén; de acuerdo con esto se pueden clasificar en:

- Almacén ordenado: en este método de almacenamiento los productos tienen una ubicación de finida dentro de la bodega y la estantería; por lo general se usa para empresas con bajas referencias de productos o baja rotación. Por lo general requiere de un 30% más que el almacén caótico.
- Almacén caótico o de hueco libre: en este tipo de almacenamiento las mercancías se ubican en los espacios que van quedando libres. Se usan para productos de alta rotación, mercado muy variable, con muchas referencias de productos; minimiza el uso de recursos logísticos; requiere de una adecuada marcación de espacios o zonas de almacenamiento, identificado con una nomenclatura definida.

2.2.8.3. Función y principios del almacén.

Aunque el derrotero de funciones de un almacén depende de la incidencia de múltiples factores tanto físicos como organizacionales, algunas funciones resultan comunes en cualquier entorno, dichas funciones comunes son: a) recepción de materiales, b) registro de entradas y salidas del almacén, c) almacenamiento de materiales, d) mantenimiento de materiales y de almacén, e) despacho de materiales, y, f) coordinación del almacén con los departamentos de control de inventarios y contabilidad.

2.2.8.4. Procesos de gestión de almacenes.

Un óptimo diseño de las instalaciones de un almacén y un centro de distribución debe redundar en un adecuado flujo de materiales, minimización de costes, elevados niveles de servicio al cliente y óptimas condiciones de trabajo para los empleados. Cuando la organización opta por ejercer la gestión física del almacén, se debe decidir acerca del modelo de gestión que se aplicará a nivel operativo. Según la organización física se considera dos tipos de modelos de gestión operativa de los almacenes, estos son el Almacén Organizado y el Almacén Caótico:

- Gestión del almacén organizado. Cada referencia tiene asignada una ubicación específica en almacén y cada ubicación tiene asignadas referencias específicas. Tiene como características que facilita la gestión manual del almacén y que necesita pre asignación de espacio (independientemente de existencias).
- Gestión del almacén caótico. No existen ubicaciones pre-asignadas. Los productos se almacenan según disponibilidad de espacio y/o criterio del almacenista. Tiene como características que dificulta el control manual, optimiza la utilización del espacio disponible, acelera el almacenamiento de mercancías recibidas y requiere sistemas de información electrónicos.

Existe una serie de principios que deben seguirse al momento de realizar la distribución en planta de un almacén, éstos son:

- Los artículos de más movimiento deben ubicarse cerca de la salida para acortar el tiempo de desplazamiento.

- Los artículos pesados y difíciles de transportar deben localizarse de tal manera que minimicen el trabajo que se efectúa al desplazarlos y almacenarlos.
- Los espacios altos deben usarse para artículos predominantemente ligeros y protegidos.
- Los materiales inflamables y peligrosos o sensibles al agua y al sol pueden almacenarse en algún anexo, en el exterior del edificio del almacén.
- Deben dotarse de protecciones especiales a todos los artículos que lo requieran.
- Todos los elementos de seguridad y contra incendios deben estar situados adecuadamente en relación con los materiales almacenados.

2.2.8.5. Tipos de almacenes:

Los tipos de almacenamiento expuestos por Mauleon M. (2003), corresponden básicamente los sistemas de apilamiento de pallets dentro del bodega.

- Almacenamiento en bloque: no se dispone estanterías; las mercancías pueden estar almacenadas directamente a piso, unas sobre otras, o pueden estar ubicadas en pallets y son éstos los que se ubican unos sobre otros; la altura máxima de apilamiento depende de la resistencia de los embalajes. Este sistema permite gran densidad de almacenamiento por metro cuadrado en las bodegas. Algunas características de este tipo de almacenamiento son: facilidad para movilizar mercancías próximas a la salida, dificultad para manejar sistema de vencimiento FIFO, poca estabilidad de la carga, baja capacidad de almacenamiento de acuerdo con la altura permisible de paletización en altura ya que no todas las cargas tienen la misma capacidad de apilamiento o simplemente no son apilable en pallets.
- Almacenes con estanterías: Las estanterías son estructuras metálicas o de madera que permiten ubicar las mercancías en diferentes niveles de altura de manera independiente y separada, es decir, no se apilan unas sobre otras, excepto las que quedan dentro de un mismo pallet. Existen muchos tipos de estanterías: estanterías para pallets, ligeras, dinámicas, cantiléver (para cargas

largas), especiales (bobinas), sistemas automáticos, bodega convencional (tradicional), compactas (drive in) y dinámicas, principalmente.

Según el tipo de empaque/embalaje, la siguiente tabla presenta el paletizado máximo y apilamiento; donde una camada significa un nivel de un mismo embalaje en apilamiento:

Tabla 3. apilamiento máximo por tipo de embalaje

Elemento	Pila común (sin pallet)	Pila dentro del pallet	Altura máxima
Tambor metálico 200 L	3-4 tambores por tarima	1 tambor	4 pallets
Cajas de cartón con bidones de 1 L	Hasta 7 cajas	4 cajas por pallet	2 pallets
Cajas de cartón con bidones de 4-5 litros	Hasta 6 cajas	4 cajas por pallet	2 pallets
Bolsas de papel 20 a 30 kg	12 camadas	7 camadas	2 pallets
Bolsas con granulados de 25 – 50 kg	10 camadas	5 camadas	2 pallets
Bidon plástico 20-25 L	5 bidones	3 bidones por pallet	2 pallets
Super sacos de fibra de 300 a 1000 kg	1 super saco (big-bag)	1 super saco (big-bag)	2 Pallets

Fuente: Mauleón, M. (2003). Sistemas de almacenaje y picking

2.2.9. Indicadores de gestión en administración de inventarios.

Según lo planteado por Mora (2016), una de las características de las organizaciones modernas es que ha incorporado a sus procesos, indicadores de gestión que les permitan evaluar sus logros o señalar falencias para aplicar los correctivos necesarios. Por lo anterior, es imperativo extraer un conjunto de indicadores conocidos como KPI (Key Performance Indicators), los cuales permiten evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y flujos de información entre las partes de la cadena logística.

La implementación de los indicadores logísticos de gestión conlleva los siguientes beneficios: a) parametrizar la planeación de actividades logísticas, b) medir los resultados y proyectar los logros, c) identificar mejoras internas, d) dinamizar los procesos logísticos de mercancías mediante la interrelación de todas sus actividades

internas (armonía), e) potencializar la actividad comercial, f) determinar la capacidad real / instalada del proceso.

Los inventarios se ven impactados por la calidad del desempeño logístico en las diferentes fases de la cadena de abastecimiento, sugiriendo los siguientes síntomas como los indicadores primarios de que exista una deficiencia en la gestión de stocks: incremento de pedidos pendientes por atender, incremento de los niveles de inventarios, alta rotación de clientes, incremento en el número de pedidos anulados, falta de espacio en almacenamiento, baja rotación del stock, incremento en el nivel de inventarios obsoletos, y creciente participación del valor del inventario respecto de las ventas. Para identificar los síntomas expuestos, Mora propone implementar los siguientes indicadores básicos, a partir de los cuales será posible observar su comportamiento y mediante análisis integrado emitir dictamen o diagnóstico:

- Exactitud del pronóstico o del Rolling Forecast (RFC): El Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE o *Mean Absolute Percentage Error*) es un indicador del desempeño del Pronóstico de Demanda que mide el tamaño del error (absoluto) en términos porcentuales. Donde: A_t representa la demanda real de un producto cualquiera y F_t el pronóstico utilizando una Regresión Lineal. Se expresa en la siguiente fórmula:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad [5]$$

Este indicador muestra que, a mayor cumplimiento del RFC, mayor exactitud en el pronóstico de ventas.

- Nivel de inventarios: Indica el costo total mensual de los inventarios y su tendencia de crecimiento. Se expresa en la siguiente medición:

$$Vi = Vi_1, Vi_2, \dots Vi_n$$

Donde,

V_i = valor del inventario

n = número de periodos desde 1 hasta 12 (meses del año)

- La rotación de los inventarios – veces: Indica el número de veces que el inventario, se convierte en efectivo o en cuentas por cobrar. Se expresa en la fórmula:

$$\text{Rotación (veces)} = \text{Costo mercancías vendidas} / \text{Promedio inventarios.}$$

- La rotación del inventario – días: indica el número de veces que el inventario rota en un año:

$$\text{Rotación (días)} = 365 / (\text{rotación veces}), \text{ o,}$$

$$\text{Rotación (días)} = 365 \times (\text{Promedio inventarios/Costo mercancías vendidas})$$

- Edad del inventario: Según Pérez & Bastos (2006), indica el tiempo real de permanencia de los productos en inventario, se calcula a través de la diferencia entre la fecha de revisión y la fecha real de ingreso al inventario. Se consolida en grupos y se hace la sumatoria de inventarios dentro de este grupo.

- Cobertura del inventario: Indica cuantos días dura el inventario que se tiene. Es la proporción entre el inventario final y las ventas promedio del último periodo:

$$\text{Duración del inventario} = \frac{\text{Inventario final} * 30 \text{ días}}{\text{Ventas promedio}}$$

- Días de inventarios: Número de días que en promedio cada artículo o SKU (Stock-Keeping Unit) permanece en inventario; es la relación del inventario promedio entre las ventas promedio:

$$\text{Días de inventario} = \frac{\text{Inventario promedio}}{\text{Ventas promedio}}$$

- **Vejez del inventario:** Es la relación del valor del inventario no disponible entre el valor total del inventario:

$$\text{Vejez del inventario} = \frac{\text{valor del inventario no disponible}}{\text{valor total del inventario}} \times 100$$

- **Valor económico del inventario:** Controlar el valor de la mercancía que se encuentra almacenada con respecto a costo del inventario vendido. Es la relación del costo de las ventas del mes entre el valor del inventario físico:

$$\text{Valor económico inventario} = \frac{\text{Costo ventas del mes}}{\text{Valor del inventario físico}} \times 100$$

- **Exactitud del inventario:** Controlar la confiabilidad de disponibilidad de mercancías para su transformación y/o venta. A partir del inventario físico se calcula la relación entre el valor total de diferencias absolutas con respecto al valor total de inventario:

$$\text{Exactitud inventario} = \left(1 - \frac{(\sum \text{Valor. diferencias})}{\text{Valor total de inventario.}} \right) \times 100$$

- **Costo de almacenamiento Vs las ventas:** Controlar los gastos generados en las operaciones logísticas asociadas exclusivamente. Es la relación mensual de los costos asociados al almacenamiento sobre las ventas de la compañía. No Incluye costos de fletes:

$$\text{Costos logísticos Vs Ventas:} = \frac{\text{Costos almacenamiento}}{\text{Ventas de la Compañía.}} \times 100$$

Costos logísticos Vs las ventas: Controlar los gastos generados en las operaciones logísticas con respecto a las ventas generadas por la empresa. Es la relación mensual de los costos logísticos totales sobre las ventas de la compañía. Incluye costos de fletes:

$$\text{Costos logísticos Vs Ventas:} = \frac{\text{Costos logísticos totales}}{\text{Ventas de la Compañía}} \times 100$$

$$\text{Costos logísticos Vs Ventas:} = \frac{\text{Costos almacenamiento.} + \text{fletes} \times 100}{\text{Ventas de la Compañía.}}$$

- Índice de ocupación de bodegas: Controlar la capacidad de almacenamiento de acuerdo con la utilización de las bodegas. Es la relación de la capacidad de bodegas utilizada respecto de capacidad total de almacenamiento.

$$\text{Índice de ocupación de bodegas} = \frac{\text{Capacidad utilizada} \times 100}{\text{Total capacidad}}$$

2.2.10. El enfoque de sistemas y la teoría organizacional

Según Zapata y otros (2009), la Teoría General de Sistemas fue desarrollada en la década de 1940 por Ludwig von Bertalanffy, a partir de estudios biológicos y aplicados al pensamiento humano; se define el sistema como un todo integrado por componentes esencial totalmente relacionados e indispensables cada uno para el funcionamiento global, que coincide exactamente con las empresas en su desarrollo y desempeño.

Definición de Sistema: “Sistema es un conjunto de elementos en interacción; ordenadores, bandada de patos, cerebro, etcétera. En el caso de sistemas humanos (familia, empresa, pareja, etcétera) el sistema puede definirse como un conjunto de individuos con historia, mitos y reglas, que persiguen un fin común”.

Existen dos tipos de sistemas: los sistemas cerrados o mecánicos y los abiertos que mantienen fronteras abierta y permanente comunicación con el medio que los rodea, buscando permanentemente el equilibrio con éste. Todo sistema está compuesto por un aspecto funcional y por uno estructural, determinado por límites, elementos, red de comunicaciones.

De acuerdo con la Teoría General de Sistemas se distinguen varios niveles de complejidad:

- Sistema: es la totalidad compuesta y unificada con estructura y funcionalidad.

- Suprasistema: el medio externo que rodea al sistema
- Subsistemas: son los componentes internos de los sistemas.

2.2.10.1. Características de los sistemas:

- Totalidad: integra las características de todos sus componentes.
- Entropía: buscan mantener siempre su identidad
- Sinergia: cualquier cambio en una de sus partes afecta todo el sistema
- Finalidad: las integraciones de las partes en una unidad buscan el mismo objetivo.
- Equifinalidad: Las modificaciones del sistema son independientes de las condiciones iniciales
- Equipotencialidad: las partes existentes pueden asumir las funciones de las partes extintas.
- Retroalimentación: existe permanente comunicación en el sistema.
- Homeostasis: existe la tendencia a lograr su estabilidad.
- Morfogénesis: los sistemas pueden ser definidos por su tendencia al cambio.

2.2.10.2. Teoría de los sistemas abiertos de Kahn y Katz

Los psicólogos norteamericanos, Kahn y Katz, se enfocaron en determinar el concepto racional para comprender el funcionamiento de las organizaciones desde la concepción psicosocial y desarrollaron un modelo para interpretar la organización con base en la Teoría de Sistemas abiertos; se caracteriza por nueve componentes:

- Importación (entrada): recibe información e influencia del suprasistema.
- Transformación (procesamiento): transforma la energía disponible.
- Exportación (salidas): los sistemas abiertos exportan ciertos productos hacia el medio ambiente.
- Los sistemas como ciclos que se repiten: ese repite el ciclo de importación-transformación-exportación.
- Entropía negativa: requieren estar en movimiento para eliminar la entropía, reabastecerse de energía y mantenerse en equilibrio organizacional.

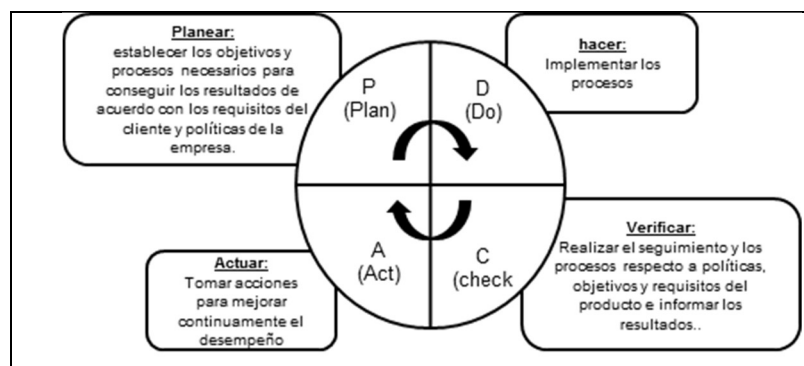
- Información como insumo, retroalimentación negativa y proceso de codificación: la información es indispensable junto con la retroalimentación para actual oportunamente en la búsqueda del equilibrio.
- Estado firme y homeóstasis dinámica: los sistemas abiertos se caracterizan por un estado firme en su relación con el exterior y mantener su equilibrio.
- Diferenciación: es un complejo con identidad que le identifica de los demás.
- Equifinalidad: es el logro de un mismo objetivo por diferentes rutas.
- Límites o fronteras: separación del sistema con el medio que lo rodea.

2.2.11. El ciclo de Deming o mejora continua

Según Walton (2004), el Ciclo Deming o también se le denomina el ciclo PHVA (*planear, hacer, verificar y actuar*) fue desarrollado por Walter Shewhart, no obstante, fueron los japoneses quienes lo dieron a conocer al mundo, y lo nombraron así en honor al Dr. William Edwards Deming.

La utilidad del ciclo de Deming es ser utilizado para lograr la mejora continua dentro de una empresa u organización. Este consiste en una secuencia lógica de cuatro pasos, que se deben llevar a cabo secuencialmente y son mostrados en la siguiente ilustración:

Ilustración 13. Ciclo de Deming o mejora continua



Fuente: Elaboración propia

Según el portal web Área Logística (2016), los 4 pasos comprenden:

- Planear o Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener el resultado esperado. Al basar las acciones en el resultado esperado, la exactitud y completitud de las especificaciones a lograr se convierten también en un elemento a mejorar. Cuando sea posible conviene realizar pruebas a pequeña escala para probar los resultados.
- Hacer: implementar los nuevos procesos, llevar a cabo el plan. Recolectar datos para utilizar en las siguientes etapas.
- Verificar: implica comprobar que se alcanzan los objetivos previstos con los recursos previamente asignados.
- Actuar: se refiere a analizar y corregir las posibles desviaciones detectadas, así como también se debe proponer mejoras a los procesos ya empleados.

2.2.12. Envase y embalaje

Según García (2012), es común entender que el empaque y embalaje se definen como una sola acción, sin embargo, son completamente diferentes: el envasado consiste en depositar el producto dentro del recipiente que lo va a contener, mientras que el embalado se refiere al hecho de ubicar los envases en un sistema o elemento de protección que permita su manipulación, almacenamiento, movilización y transporte.

A continuación, se describen las características del envasado y embalado:

- Determinar la cantidad adecuada de producto y envases para facilitar las operaciones logísticas: manipulación, almacenamiento y transporte.
- Garantizar la información del producto contenido y especificaciones del embalaje.
- Entregar productos en buenas condiciones de seguridad y presentación para satisfacción del cliente.
- Marcar diferenciación con la competencia.
- Asegurar los productos para prevenir la contaminación y la falsificación.
- El optimizar las áreas de almacenamiento.
- Brindar seguridad física en las operaciones logísticas.

- Optimizar los tiempos de operación.
- Optimizar el uso del recurso humano y su desempeño.
- Mantener en buenas condiciones el estado del producto.

2.2.12.1.Los envases:

En términos generales es el recipiente que contiene el producto, necesario para poder hacer uso o consumido el mismo. Se debe elegir de acuerdo con las condiciones fisicoquímicas del contenido. Los principales envases son: bidones (vidrio, metal, plástico), latas, tarros, barriles, entre otros. Los envases se pueden clasificar según el material de construcción: vidrio, cartón, papel, metal, plástico y madera.

2.2.12.2.Los embalajes

Pueden definirse como aquel elemento que consolida (unifica en una unidad compacta) y protege los envases que contienen el producto, a fin de garantizar su seguridad física y marcación. Aunque la función principal del embalaje es proteger la mercancía, debe considerarse que esta misión debe extenderse a las diferentes fases logísticas: resistencia a la manipulación, resistencia al apilamiento (almacenamiento), hermeticidad, estabilidad, impermeabilidad, evitar paso de la luz, y en lo posible ser reutilizables y/o reciclable. Por lo general el embalaje es de un solo uso y se desecha una vez se el producto llega su destino final. Desde el punto de vista de almacenamiento y transporte, los embalajes se pueden clasificar según el tipo de envío, según las características del producto y según la facilidad de manipulación; también pueden clasificarse de acuerdo con el material:

- Embalaje de cartón: Es uno de los embalajes más usados por su facilidad de operación, resistencias, bajo peso, almacenamiento y almacenamiento y transporte.
- Embalaje metálico: ofrece gran protección a los envases y al producto; favorece la manipulación, almacenaje y movilización.
- Embalaje de madera: es muy común su uso por la facilidad de operación, protección a las mercancías, resistencia y reciclaje.

- Embalaje de poliestireno expandido: utilizado generalmente como segundo empaque de los envases; ofrece buena protección y manejo.

2.2.12.3.La paletización:

Para efectos del presente trabajo, se define la paletización desde dos puntos de vista:

- Ubicar la mayor cantidad posible de embalajes de productos en un pallet para conformar una unidad que permita manipularlos y movilizarlos en una sola operación. Se deben considerar: el volumen y el peso de la carga, los niveles de apilamiento en de embalajes, el apilamiento de pallets, la estabilidad, la firmeza y las dimensiones.
- Movilizar los pallets cargados con mercancías y ubicarlos en estanterías o apilamiento con la ayuda de equipos especializados.

2.2.12.4.La paletización de desde el punto de vista del pallet

Puede definirse como una superficie plana en forma de plataforma, construida generalmente en madera o plástico, que sirve para colocar en ella los productos en sus respectivos empaques y embalajes y manipularlos en una sola operación, lo que la constituye en un elemento fundamental para favorecer la logística, ya que se facilita todas las actividades de movilización y almacenamiento de mercancías. El principal beneficio del pallet es la optimización de: almacenamiento, manejo de inventarios, protección de las mercancías, uso de los recursos, clasificación, movilización y transporte. El diseño de construcción de pallet es fundamental para que permita el apilamiento sin dañar las mercancías ubicadas en niveles inferiores y resista el peso en su ubicación sobre las vigas de las estanterías. Según las dimensiones de los pallets, éstos se pueden clasificar así:

- Pallet europeo: 1200 mm x 800 mm. Usado en Europa para aprovechar al máximo los tráiler.
- Pallet estándar o universal: 1200 mm x 1000 mm; es el más utilizado a nivel mundial.

- Pallet 1000 mm x 800 mm: se usa especialmente en materiales para la construcción.
- Pallet 1000 mm x 600 mm y pallet de 800 mm x 600 mm; de poco uso.

Además de las clasificaciones anteriores, las compañías pueden adoptar diferentes medias de los pallets de acuerdo con las dimensiones de sus embalajes, tendiendo especial cuidado en que sean compatibles con las unidades de transporte, los equipos de movilización y estanterías, principalmente, tanto propias como de clientes y proveedores. De acuerdo con el material de construcción, los pallets se pueden clasificar en:

- Pallet de madera: es el más utilizado en el transporte de carga seca y contenerizada; se caracteriza por ser reutilizable y reciclable; impacta de manera directa los sistemas ambientales por la tala de árboles; se requiere sean fabricados a partir de bosques con planes de reforestación permanente. Su precio es relativamente bajo; es fácil su mantenimiento y reparación.
- Pallet de plástico: muy utilizado en ambientes húmedos y es muy resistente, sin embargo, su reparación es muy costosa y compleja; sus costos son superiores a la madera.
- Pallet metálico: facilita la movilización de cargas hasta de 2.000 kg; es pesado y se afecta por la corrosión; es reciclable.
- Pallet de cartón: es poco usado por la baja resistencia a los impactos y a la humedad; es liviano y reciclable. El número de reusos es mínimo.

2.2.12.5. La paletización desde el punto de vista del sistema de almacenamiento.

Según el sistema de almacenamiento, la paletización se puede clasificar en:

- Paletización en estantería convencional: implica la manipulación con equipos a través de pasillos, apilamiento sobre mercancías a piso y la ubicación en estanterías.
- Paletización en estantería con base móvil: sistema de almacenamiento que elimina pasillos y se movilizan las mercancías a través de rodillos. Permite optimizar el área de almacenamiento.

- Paletización en estantería compacta: consiste en sistemas modulares de estanterías que permite manipular varios pallets en profundidad. Reduce los pasillos y se optimiza el área de almacenamiento.
- Paletización en estantería dinámica: es una estructura inclinada muy parecida a la compacta, la cual tiene una leve inclinación y sistema de seguridad que permiten el desplazamiento de la carga desde el extremo de recepción hasta el de salida. Elimina pasillos y favorece el consumo FIFO.
- Paletización en estantería automatizada: es una estructura compacta con pasillos muy reducidos y que requiere de equipos automáticos controlado por computadoras. Optimiza el almacenamiento y reduce el uso de personas.
- Paletización en estantería autoportante: sistema de estanterías que incluye la estructura física de la bodega, la cual se fijan las cubiertas laterales y superiores de la bodega.

2.2.13. Tipología de la carga

Soler (2017), define la carga como “el conjunto de mercancía que se transporta en un vehículo de transporte o que se manipula mediante un elemento de manutención (carretilla, grúa, etc.).” Las dimensiones y demás condiciones físicas de las mercancías establecen los tipos de pallets, unidades de transporte, equipos de manipulación y sistemas de almacenamiento requeridos. Los tipos de carga son:

- Carga general: son mercancías que por lo general se manipulan en unidades sueltas como bulto individual y/o que puede ser agrupada con otros.
- Carga consolidada o unificada (consolidated cargo): son unidades que se ubican individualmente en pallets pero que se pueden agrupar en bodegas y unidades de transporte para facilitar las operaciones logísticas cuidando del estrado del producto.
- Paletización (palletization): es la consolidación de varios embalajes en un mismo pallet, asegurados con elementos como plástico stretch, zuncho, correas, entre otros, para facilitar la seguridad del producto, la movilización, el almacenamiento y el transporte.

2.3. MARCO LEGAL

Para efectos del presente estudio, estaremos enfocando el marco legal a la gestión de almacenes y sustancias peligrosas, que corresponden específicamente al objetivo del estudio y al objeto social de la compañía:

- Resolución 1167 del 2010 por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro y control de personas que se dediquen a la comercialización de insumos agropecuarios y/o semillas para siembra a través de establecimientos de comercio”.
- Resolución 1167 del 2010 del ICA.
- Ley 823 de 2003 por la cual se dictan normas relacionadas con agroquímicos en Colombia.
- Resolución No. 0001 de 2015 que pretende unificar y actualizar todas las normas sobre el control de sustancias y productos químicos que son utilizados en la extracción, refinación y transformación de cultivos ilícitos.

2.4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DEL MARCO DE REFERENCIA

La mejora continua en una técnica que incluye acciones encaminadas a maximizar la calidad del producto que se ofrece a los clientes; implica la planeación de las actividades y los recursos, la ejecución sistemática y ordenada de las actividades, la evaluación del desempeño, la detección de fallas y la toma de acciones en procura de la mayor eficiencia y productividad. Su éxito se evidencia principalmente en su inclusión formal en modelos de gestión como ISO9001 y Lean Manufacturing, principalmente. Implica el ordenamiento y la integración de las partes. La Teoría General de los Sistemas se presenta como una forma sistemática y científica que demuestra la necesidad de integración, cohesión e interdependencia entre las diferentes áreas o personas de una empresa para el logro del objetivo corporativo; al igual que el modelo de mejora continua, establece que la comunicación, el flujo de la información, la medición, las correcciones y la retroalimentación son elementos fundamentales para

el alcance de los objetivos. La Teoría de Restricciones es una metodología con enfoque gerencial que permite orientar la compañía hacia el logro de objetivos en forma lógica y sistemática, invitando a los administradores a identificar los procesos o áreas críticas de la organización y actuar sobre éstas como un todo, es decir, con enfoque global. Coincide la Teoría de restricciones con los modelos de Mejora Continua y la Teoría General de sistemas en la necesidad de organización e interrelación de las partes a través de flujos de información efectivos, planeación y ejecución de las operaciones, el análisis de resultados y la implementación de acciones de mejora.

Un modelo de Gestión Logística corresponde a la parte administrativa de la cadena de Suministros que establece una metodología sistemática enfocada a la optimización del desempeño corporativo a través de la eficiencia de los flujos directos e inversos de materiales y de la información, integrando las diferentes áreas, personas y subprocesos como partes esenciales de un sistema cuyos componentes necesitan coexistir e interactuar de manera coordinada, encaminados al logro de la eficiencia logística corporativa. Este incluye la planeación y la ejecución de las actividades, la medición de los resultados, la búsqueda de errores y las respectivas acciones de mejora; requiere de indicadores de gestión. En los planteamientos de Mora (2012) y Ballou (2004), el resultado de la Gestión Logística organizacional incluye la implementación de modelos de mejora continua, la integración de las partes según plantea la Teoría General de Sistemas y las acciones de correctivas en los puntos críticos con enfoque global, por tanto, el Modelo de Gestión Logística será el usado como base de desarrollo del presente proyecto, por la integración aquí presentada y por la relación directa en el tema de desarrollo.

Los indicadores de Gestión Logística son indispensables para el seguimiento y control de resultados; las propuestas presentados por Mora (2013) y Beltrán (2000), se fundamentan sobre bases de información logística, caracterizada por la coincidencia en los enfoques, las bases de datos, la métrica y la interpretación, por tanto, serán adoptados en el presente trabajo.

Los modelos de abastecimiento como Tamaño Económico de pedido (EOQ), Revisión Periódica y Revisión Continua (perpetua) son usados como base de los diferentes sistemas de control de inventarios, ya que incluyen saldos de seguridad, tiempos de reposición, tamaños de lote, con alguna reacción ante la variación espontánea de la demanda. Para casos en los cuales se tiene un catálogo diverso de materiales, de proveedores y de canales de abastecimiento, resulta muy difícil implementar un único modelo y por lo general se adoptan conjuntamente de acuerdo con el comportamiento de cada producto.

La determinación de la demanda es un elemento esencial en los procesos de la cadena logística, ya que a partir de ésta es que se planean y ejecutan todas las actividades de abastecimiento, almacenamiento, producción y comercialización; los mayores niveles de acierto en el cálculo de demanda generan mejores resultados corporativos, objetivo que se afecta por factores externos de difícil o nulo control, por tanto se debe buscar un modelo de reacción lo más flexible posible que haga frente a esos cambios. La Gerencia de Amortiguadores DBR está basada en la teoría de Restricciones, se apoya inicialmente en datos estadísticos pero no se basa exclusivamente en ellos, integra y optimiza los conceptos de abastecimiento y administración de inventarios presentados en el marco teórico de este documento, y es muy reactivo, con adaptación a los cambios de demanda, liberando el sistema logístico de los cálculos complejos de pronósticos (rolling forecast) en el corto y mediano plazo, además, dispone de una herramienta de registro y control que indica las acciones a tomar de acuerdo con reglas de control pre establecidas y códigos de colores.

La administración de almacenes depende de la estandarización de los componentes internos en las bodegas; para los almacenamientos en apilamiento a piso y/o estantería, diferentes a graneles y bloques apilables, el pallet es la unidad de movilización de carga por su consolidación, posibilidad de apilamiento y ubicación en estanterías, permitiendo movilizar ya almacenar varios productos en una sola operación; el apilamiento de mercancías depende de forma y resistencia de los envases y embalajes de los productos, que determinan los niveles de altura y la paletización; de igual forma,

para apilar pallets entre sí se depende totalmente de la configuración de las mercancías en éste, la resistencia de los embalajes y la forma de mismo. Al determinar el pallet como unidad de movilización de carga y establecer el nivel de apilamiento es posible relacionar la ocupación de bodegas de acuerdo con la configuración de apilamiento o estanterías. El número de pallets que puedan ubicarse a piso en una bodega varía de acuerdo con el número de niveles que puedan ser apilados: a mayor nivel de apilamiento mayor capacidad de almacenamiento. De acuerdo con esto es posible calcular y definir la mejor forma de ubicación de pallets en las bodegas.

En términos generales, el sistema de almacenamiento es caótico, ya que no es posible reservar espacios por los altos volúmenes y referencias de productos.

Modelo ABC: Solo aplica para identificar el comportamiento de los productos y gestionarlos de acuerdo con la variable de estudio: ocupación de bodegas, costo y edad (permanencia); desde el punto de vista del almacenamiento, éste aplica especialmente para sistemas caóticos cuando existe baja rotación de productos, con altos volúmenes y referencias; no es eficiente: reservar zonas libres para productos que se tardan en llegar, movilizar productos entre áreas de la bodega según su cambio de categoría (ABC), movilizar productos entre áreas del almacén para liberar zonas destinadas a productos nuevos, y en general, movilizar altos volúmenes de mercancías al interior de las bodegas para satisfacer el modelo.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. LA EMPRESA

A continuación, se describe de manera general a Adama Andina, con el objetivo de conocer cuál es su actividad económica, su cadena de valor y procesos. El conocimiento de La compañía ha permitido definir una idea de cómo desarrollan sus operaciones y su esquema para el control y la toma de decisiones, como concepto previo al análisis de los problemas y propuesta de soluciones relacionadas con la temática objeto de estudio de este trabajo de grado.

3.1.1. Generalidades de la empresa

Adama Andina es una empresa líder en la síntesis, formulación y comercialización de insumos para la protección de cultivos, que conduce sus operaciones dentro de un Sistema de Gestión Integrado de Calidad, Seguridad, Salud, Medio Ambiente, Seguridad Física y Responsabilidad Integral, para crear valor a sus accionistas, mejorar la calidad de vida de su personal y brindar bienestar a la sociedad. La planta está ubicada en la Zona Franca de Barranquilla, adyacente a la Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla, la cual es la única Zona Franca del país con ingreso directo de “Puerto – Zona”, facilitando un acceso ágil y seguro de la carga.

3.1.2. Actividades de manufactura:

- Producción para las subsidiarias de Colombia, Ecuador y Perú.
- Producción para las compañías del Grupo ADAMA (Irvita, Celsius, Agan, MCW, CSI)
- Maquila a empresas del sector como BASF, Monsanto, Sumitomo, Mitsui, Syngenta, UPL y FMC.

- Formulación de herbicidas, insecticidas y fungicidas líquidos: (EC, SC, EW y SL)

Las tablas 4 y 5 describen la capacidad de producción y síntesis que tiene actualmente la planta:

Tabla 4. Capacidad de producción por tipo de pesticida

Tipo de Pesticida	Tipo de Formulación	Capacidad de producción (k o l)
Insecticidas/ Fungicidas	EC, SL, EW	5.340
Insecticidas/ Fungicidas	SC	5.040
Herbicidas	EC, SL	39.700
Herbicidas	SC	5.040
Herbicidas (Pendimethaline)	EC	13.344
Herbicidas (LRH)	SC	144

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Capacidad de síntesis de la planta

Tipo de Pesticida	Tipo de Formulación	Capacidad de producción (t)
Herbicida	2,4 D Ester	7.920
Herbicida	Propanil	3.024

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Proveedores de bienes

La compañía tiene dentro de sus proveedores, empresas vinculadas del grupo Adama en China y Centroamérica, además de proveedores nacionales, los cuales están descritos en la siguiente tabla:

Tabla 6. Relación de proveedores de Adama Andina

Bienes suministrados	Lead Time
Ingredientes activos – Vinculados Grupo Adama (China)	9 semanas
Ingredientes activos – Vinculados Grupo Adama (América)	7 semanas
Material de empaque - Nacionales	2 semanas
Solventes - Nacionales	2 semanas
Materias primas auxiliares - Nacionales	2 semanas
Materias primas auxiliares – Vinculados Grupo Adama (América)	7 semanas

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Procesos de La compañía

En la siguiente ilustración, se muestran los procesos de Adama Andina y su clasificación, ésta representa la estructura de gestión para el logro de sus objetivos:

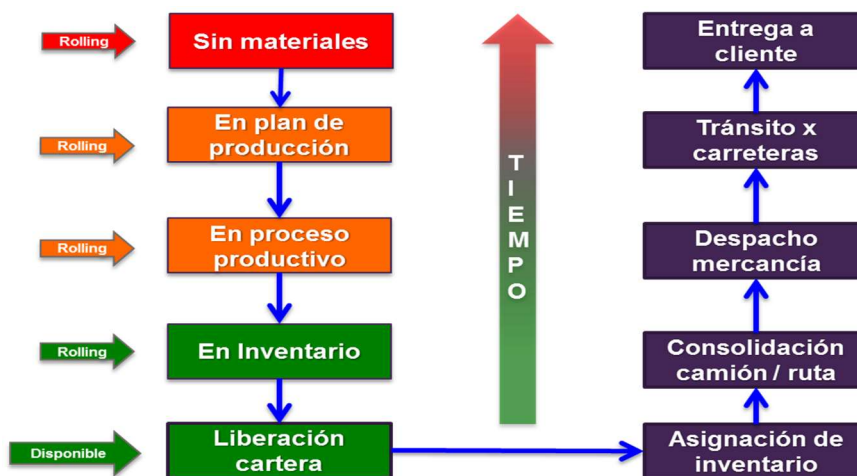
Ilustración 14. Procesos Adama Andina

PROCESOS DIRECTIVOS	PLANEACIÓN ESTRATEGICA Gerente Financiero	GESTIÓN INTEGRADA Jefe de Calidad	GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO Gerente de RH	
PROCESOS OPERATIVOS	PLANEACIÓN DE LA OPERACIÓN Gerente de P&L	GESTIÓN COMERCIAL Gerente de Ventas	PRODUCCIÓN Gerente de Producción	SERVICIO AL CLIENTE Coordinador SVC
PROCESOS DE APOYO	CONTROL DE CALIDAD Analista de Calidad	LOGÍSTICA Jefe de Logística	GESTIÓN DE COMPRAS Coord. de Compras	GESTIÓN ADMIN. Y FINANCIERA Gerente Financiero
	MANTENIMIENTO E INGENIERÍA Jefe de Mto	SISTEMAS Jefe de Sistemas	EHS Coordinador SISO	MARKETING Y REGISTROS Gerente de Mercadeo

Fuente: Adama Andina

A través del proceso de Gestión Comercial se capta la información relacionada con el mercado, y al interior de La compañía los diferentes procesos interactúan para transformar la información del cliente en productos terminados que satisfagan sus requerimientos. A continuación, se ilustra el estado de los pedidos de La Compañía desde que se identifica la necesidad, hasta que se realiza la entrega al cliente:

Ilustración 15. Estado de los pedidos



Fuente: Adama Andina

3.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE MANEJO DE INVENTARIOS EN ADAMA ANDINA

En este capítulo se describe la situación actual de los inventarios en La compañía a partir de la identificación del modelo de gestión logística aplicado por ésta y la definición de las oportunidades de mejora como base de la propuesta. Los fundamentos de este proyecto son los conceptos teóricos modelo de gestión logística de inventarios propuesto por Luis Aníbal Mora, en concordancia con los conceptos de Ronald Ballou, adicionalmente, los indicadores de gestión, tomados de los trabajos de los diferentes autores presentados en el marco teórico del presente documento, serán utilizados en las diferentes fases del proceso de revisión del modelo actual.

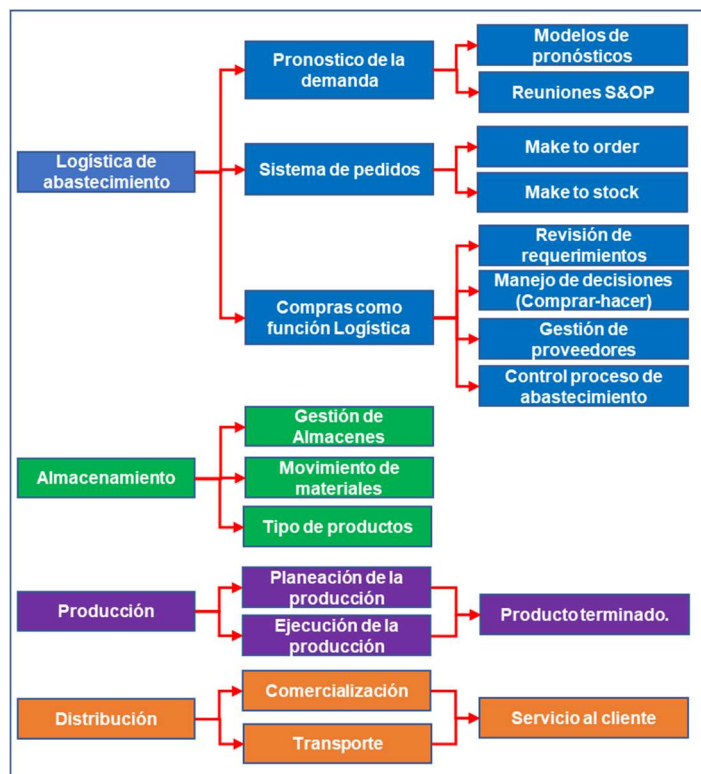
Se realizaron visitas a La compañía para el entendimiento de los procesos comerciales, la planeación de la demanda, la toma de pedidos, la gestión de abastecimiento, el proceso productivo, el almacenamiento y la distribución; en dichas visitas se llevaron a cabo entrevistas con los responsables de los procesos involucrados, a quienes se les realizó una entrevista con preguntas orientadas hacia la identificación de los elementos clave para la gestión de inventarios y almacenes, el cual está relacionado en el Anexo 1; dicha herramienta fue elaborada teniendo como base el planteamiento del problema y el marco teórico relacionado con la investigación.

De la anterior forma se logró recoger la información relacionada con los objetivos de este proyecto, como lo son los aspectos relacionados con el manejo de los pedidos make to order, los métodos para la planeación de la demanda, las políticas de inventarios, los indicadores de gestión y la administración de las bodegas y capacidad de almacenamiento de La compañía. Los entrevistados se seleccionaron teniendo en cuenta su cargo, nivel de autoridad y participación en los procesos a evaluar.

3.2.1. Identificación del modelo de gestión logística de La compañía

Adama Andina, en su misión como entidad industrial enfocada a la producción y venta de productos químicos, ha desarrollado una cadena logística que incluye en el aprovisionamiento de materiales, el almacenamiento, la transformación y la distribución de productos como se observa en la siguiente ilustración:

Ilustración 16. Modelo gestión logística de inventarios en Adama



Fuente: Elaboración Propia

Los componentes del modelo son:

- El abastecimiento: Incluye especialmente el proceso de planeación la gestión logística; donde se reciben los pedidos, se depuran y se consolidan; posteriormente, en reuniones interdisciplinarias, que incluye las gerencias, las jefaturas y el personal directo relacionado con el proceso, se analizan de manera integral y se concluyen las cantidades a producir y vender, es decir, se determina la demanda. Seguidamente, se calculan los componentes y los saldos

existentes y en proceso y ejecuta un plan de compras para gestionar el abastecimiento de materiales para procesos productivos.

- Almacenamiento: consiste en recibir las mercancías, ubicarlas en bodegas, efectuar movilizaciones internas para procesos productivos y efectuar los procesos de alistamiento y despacho. Se dispone de una estructura física compuesta por bodegas con estanterías y sin ellas, montacargas para su movilización y personal técnico entrenado.
- La producción: es el proceso que se encarga de la transformación de los materiales en productos terminados, requeridos para atender de la demanda. Su gestión se basa en la planeación y ejecución de procesos fabriles, incluyendo los recursos, las capacidades de las plantas, la compatibilidad de las sustancias en las plantas, los compromisos de entrega a los clientes.
- La distribución: es la parte que se encarga de mover comercialmente la compañía; su principal objetivo es la confirmación de pedidos, y a partir de estos, planear y ejecutar las operaciones de alistamiento, despacho y entrega final al cliente.

La base general de desempeño es la comunicación entre las áreas y su interrelación; todos los procesos de la cadena se conectan entre sí, dependen de las acciones de cada área y de su optimo desempeño para el alcance de los objetivos.

Al analizar la conformación de la cadena de abastecimiento de Adama Andina se puede observar que coincide con el Modelo de Gestión Logística de inventarios planteado por Mora, así como también en los planteamientos de Ballou. La compañía requiere comprar diferentes materiales para transformarlos en productos terminados con el fin de comercializarlos y entregarlos a sus clientes por medio del apoyo logístico de almacenes y sistema de distribución. A continuación, se detalla el análisis que permitió identificar el modelo actual:

3.2.2. Análisis del modelo de gestión logística de inventarios

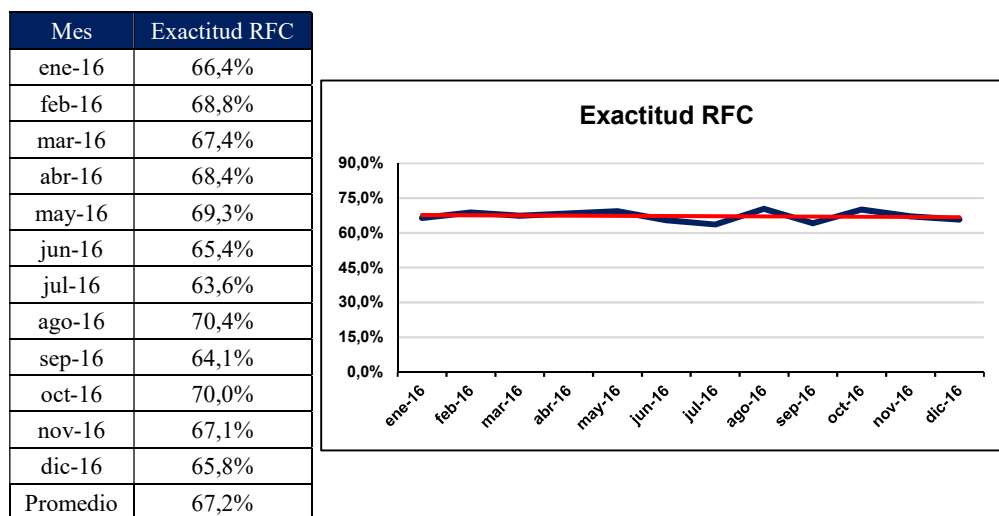
3.2.2.1. Abastecimiento

Éste incluye en esencia los procesos de pronóstico de la demanda, el sistema de pedidos y las compras para garantizar la disponibilidad de materiales necesarios para la producción y distribución de productos a sus clientes. Existen diferentes decisiones que afectan directamente los inventarios:

3.2.2.1.1. Demanda: El pronóstico de la demanda implica una serie de actividades encaminadas especialmente a determinar con anticipación las cantidades de productos que van a ser vendidos, las cuales se detallan a continuación:

- **Modelo de pronósticos:** La exactitud del pronóstico o del Rolling Forecast (RFC) es un elemento fundamental para activar los planes y procesos de abastecimiento y producción; La compañía cuenta con un Coordinador de planeación de demanda, quien se encarga de recopilar, clasificar, analizar e interpretar estadísticamente los datos. El RFC es aplicado exclusivamente a los productos propios, se revisa permanentemente y se emite un dato oficial mensualmente antes de las reuniones de alto nivel S&OP, información que será la base del abastecimiento y la planeación de la producción.

Ilustración 17. Comportamiento exactitud del RFC



Fuente: Elaboración Propia

Según la ilustración anterior, para el año 2016 el pronóstico de la demanda tuvo un asertividad promedio del 67.2%, cifra muy optimista en comparación con el promedio del mercado, que según el área de mercadeo de La compañía está en el 52.1%. La línea de tendencia presenta un leve comportamiento positivo que ofrece confianza en los análisis de decisión.

El Coordinador de la demanda manifiesta en la entrevista que es una política del Grupo Adama manejar la metodología de pronóstico a través del modelo “error porcentual absoluto (MAPE), que corresponde al modelo descrito en el marco teórico, construyendo una compleja base de datos construida a partir de diversas fuentes de información como son: ventas directas de La compañía, ventas de los distribuidores, clima, promociones, regiones, licitaciones, áreas de cultivo, rotación de productos en cultivos y saldos de inventario en la cadena logística; la información se consolida para su procesamiento y análisis estadístico. El menor acierto en el nivel de RFC implica afectación directa en los saldos de inventario: acumulación por permanencia de productos no vendidos o no fabricados, y ventas perdidas por agotados.

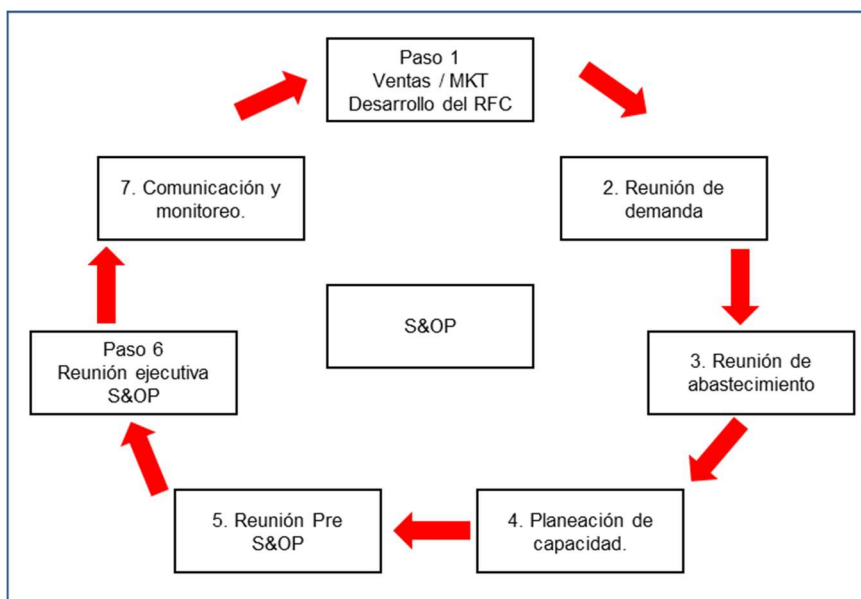
El RFC se calcula a partir de la información de las líneas de negocio de La compañía: pedidos del RFC, exportaciones e industriales, maquilas, vinculados (empresas del grupo Adama) clientes especiales. De acuerdo con el Gerente de planeación y logística, usando los conceptos de Kaplan / Norton, reconocidos gurús en la administración, “el uso de Rolling forecast permite a las Compañías incorporar la información y conocimientos más recientes del mercado”, el RFC en La compañía es un componente muy importante en la toma de decisiones para determinación de la demanda e incide en la gestión de inventarios, sin embargo, no es el único factor a tener en cuenta ya que consideran además otros aspectos relevantes en la reuniones de alto nivel S&OP.

- Reuniones S&OP: La compañía tiene implementadas las reuniones de alto nivel Sales and Operations Planning (S&OP), en estas reuniones participan los funcionarios que tienen la información relevante en la cadena logística, responsables de la coordinación de procesos y con capacidad de decisión: el Presidente, los Gerentes de Ventas (nacional, regional y del exterior) , Gerentes de Producción, Gerente de Planeación y Logística, Gerente de Planta, Coordinador de servicio al cliente, Coordinador de Planeación de Demanda, Analista de Planeación, y demás funcionarios que ocasionalmente deban ser invitados de acuerdo con los temas específicos. Se revisan todos los aspectos relacionados con la determinación de la demanda en un horizonte de tres meses, donde el equipo interdisciplinario analiza todos los aspectos relacionados para determinar la demanda y tomar decisiones respecto para activar los diferentes procesos internos:
 - Planeación: a partir de la información integrada proveniente de las diferentes áreas se establece el plan de producción.
 - Compras: coordinar al identificación y abastecimiento de productos necesarios para garantizar disponibilidad de inventarios en los procesos productivos.
 - Producción: establecer plan específico de producción de acuerdo con los productos en cada una de las diferentes líneas productivas, prioridades, compatibilidad de moléculas consecutivas y recursos disponibles.
 - Almacén: establecer el plan de almacenamiento, las movilizaciones internas y distribución.
 - Comercio Exterior: ajustar plan de exportaciones y ajustarlos de acuerdo con las decisiones tomadas.

Este espacio de planeación abarca principalmente la revisión de: el RFC, el Nivel de servicio prestado a los clientes, el cumplimiento del objetivo de ventas, los nuevos productos, el balance entre la demanda y el abastecimiento de materiales, el análisis de problemas detectados en reunión de planeación de capacidad, las inversiones requeridas en las diferentes fases de los procesos, especialmente en

producción, la rotación de productos terminados, y el análisis de productos terminados. La reunión S&OP corresponde a la etapa fundamental del proceso descrito en la ilustración 18 Modelo de planeación de la demanda y reuniones S&OP.

Ilustración 18. Modelo de planeación de la demanda y reuniones S&OP



Fuente: Adama Andina

A continuación, se explica cada uno de los elementos de la ilustración anterior:

- Ventas / mercadeo (o MKT) y desarrollo del RFC: corresponde a la recepción de todos los pedidos en firme y se comparan con los pronosticados.
- Reunión de demanda: se realiza en la última semana de cada mes entre el Coordinador de Demanda, el Gerente de Mercadeo y los Representantes Técnicos Comerciales (o RTC's) a fin de analizar la información suministrada por estos últimos, por los clientes y por los distribuidores y llegar en consenso a una lista definitiva de productos a vender en los periodos de análisis. En esta instancia se hace una revisión preliminar con los actores más importantes en la fijación del pronóstico.

- Reunión de abastecimiento: se realiza la primera semana de cada mes entre el Coordinador de Demanda y el Analista de Planeación; el objetivo es validar la disponibilidad de materiales y plantas de producción para la producción de los productos pronosticados. Aquí se generan diversas variaciones al plan inicial.
- Planeación de capacidad: se lleva a cabo la segunda semana de cada mes entre el Gerente de producción, el Analista de planeación y el Coordinador de demanda con el fin de establecer el plan de producción al mes en estudio considerando especialmente la capacidad de producción.
- Reunión Pre-S&OP: se realiza la segunda semana de cada mes entre el Coordinador de Demanda, el Analista de Planeación, el Gerente de producción, el Gerente de Planta y el Gerente de Planeación Logística con el objeto de analizar en conjunto las restricciones y los escenarios para definir estrategias y planes de acción.
- Reunión S&OP: Se lleva a cabo al segundo día después de la reunión pre-S&OP en la segunda semana de cada mes; a esta reunión asisten las mismas personas que estuvieron en la reunión pre-S&OP, pero adicionalmente participan el Gerente de Ventas, el Gerente de Mercadeo, los Gerentes de Ventas Territoriales y especialmente el CEO. Aquí se analizan las variables, restricciones y escenarios que hayan surgido o que estén pendientes. En estas reuniones se analizan las ventas en curso, el cumplimiento del presupuesto de producción y de ventas, la planeación de la producción, las fechas estimadas de cierres de facturación y despachos, el aprovisionamiento de materiales, la disponibilidad de equipos y el plan de mantenimiento, se programan los alistamientos y despacho de mercancías, se coordinan cambios no planeados, se revisa reclamos de calidad, se analiza el volumen ventas bloqueadas por cupo de crédito de clientes y se definen movilizaciones de mercancías.
- Comunicación y monitoreo: El Coordinador de Demanda emite comunicado de los acuerdo y cifras definitivas e inicia proceso de seguimiento y monitoreo al desarrollo de los planes acordados.

Además, La compañía maneja las siguientes reglas básicas en su metodología para la determinación de la demanda:

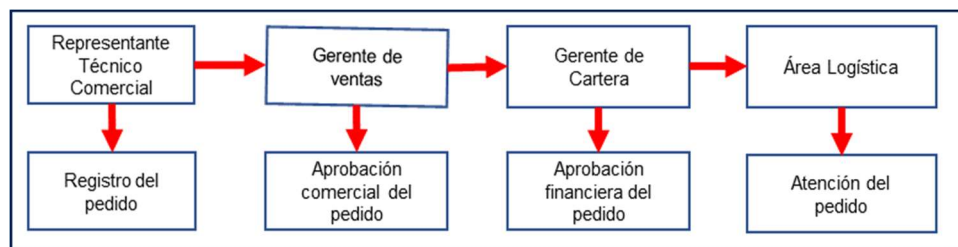
- Existe un presupuesto de ventas anual, generado a partir de un primer pronóstico calculado para 12 meses contados a partir del mes siguiente del que se está haciendo el ejercicio.
- El periodo específico para determinar el RFC es de tres meses.
- La demanda calculada por RFC para los tres primeros meses del horizonte de pronóstico no puede ser modificada. Esto es acorde a la política de inventarios de 90 días y a los tiempos de reposición de los proveedores.
- La demanda de los primeros tres meses puede ser modificada para pedidos MTO de acuerdo con las capacidades de producción y disponibilidad de materias primas.
- El plan de producción del mes en curso no puede ser modificado por tanto no se permiten modificaciones en la demanda.
- Solo es posible modificar el 30% del RFC fijado para los últimos nueve meses del periodo de cálculo.

3.2.2.1.2. Pedidos: La compañía tiene dos sistemas de pedidos que activan la forma de abastecimiento y producción; para definirlos es necesario identificar si corresponde a productos propios fabricados a partir de los pronósticos de demanda RFC, o make to stock, o si se trata de pedidos específicos por encargo sobre pedido o Make to order; ambos tipos de pedido son analizados conjuntamente en las reuniones S&OP y el resultado final determina la demanda, ambos son detallados a continuación:

- Make to stock: la Compañía cuenta con una metodología de toma de pedidos Make to stock (MTS) definido y estructurado que funciona de manera oportuna y sincronizada entre los diferentes funcionarios interrelacionados; todos los clientes y productos se encuentran registrados y los cambios son esporádicos y programados. Los pedidos de clientes nacionales se basan en el RFC, es decir, se estiman las cantidades a vender en el futuro de acuerdo con el comportamiento de

las ventas en el pasado, tomando además como base de análisis la información de ventas de los distribuidores, la información de los cultivadores (rotación de cultivos, área), el cambio climático, especialmente. La metodología básica de para la toma de pedidos MTS puede observarse en la ilustración 19, los Representantes Técnicos Comerciales registran los requerimientos de los clientes a través de un sistema electrónico que se interconecta vía internet a través de equipos móviles; este pedido llega automáticamente al Gerente de ventas quien lo aprueba y se libera en sistema SAP; a continuación el Gerente de cartera verifica la capacidad de crédito del cliente y emite la aprobación respectiva, a partir de la cual se genera una comunicación al área logística para que se inicie el proceso de facturación y despacho. Este modelo de pedidos está consolidado en la siguiente ilustración:

Ilustración 19. Modelo pedido Make to Stock



Fuente: Elaboración Propia

En La compañía, los pedidos make to stock (MTS) son los que determinan el cumplimiento del Rolling Forecast (RFC) y por consiguiente, son los que mayor impactan en los resultados de los inventarios. A partir del cálculo de ventas estimadas se ejecutan las tareas de aprovisionamiento de materiales; cantidades en exceso generan crecimiento del inventario, mientras que los faltantes generan ventas pérdidas y reducción del nivel de servicio al cliente.

De acuerdo con la tabla 7, en promedio, el número de pedidos MTS corresponde al 85.4% del total de pedidos mensuales recibidos. En la tabla No. 8 se observa que para todos los pedidos MTS existen clientes y productos creados. Como se observa

en la tabla No. 9, la participación mensual de los pedidos MTS es del 49.8% de las ventas totales.

Tabla 7. Promedio mensual de tipo de pedidos vs tipo de producto - 2016

Promedio mensual de tipo de pedidos vs tipo de producto.								
Tipo de pedido	Total pedidos	Cant. pedidos	(%) Cant. pedidos	Tipo de producto	Cantidad productos	(%) Cant. productos	(%) del total productos	(%) Cant. Total productos
MTO	446	65	14,6%	Nuevo	14	21,5%	3,1%	3,1%
				Existente	51	78,5%	11,4%	96,9%
MTS		381	85,4%	Existente	381	100,0%	85,4%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Promedio mensual tipo de pedidos vs tipo de cliente.

Promedio mensual tipo de pedidos vs tipo de cliente								
Tipo de pedido	Total clientes	Cant. Clientes	(%) Cant. Clientes	Tipo de cliente	Cantidad clientes	(%) Cant. clientes	(%) Cant. clientes	(%) Cant. Clientes
MTO	56	16	28,6%	Nuevo	5	31,3%	8,9%	8,9%
				Existente	11	68,8%	19,6%	91,1%
MTS		40	71,4%	Existente	40	100%	71,4%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Participación de pedidos MTO en las ventas

Participación de tipo de pedidos en ventas			
Vr total pedidos	Tipo de pedido	Vr por tipo de pedido	(%) del valor por tipo de pedido
\$ 24.825.829.333	MTO	\$ 12.462.566.325	50,2%
	MTS	\$ 12.363.263.008	49,8%

Fuente: Elaboración Propia

- **Make to order:** Gestión de pedidos “make to order” (MTO) o de fabricación sobre pedidos: En La compañía, los pedidos MTO corresponde básicamente a sustancias de formulación química genérica de fabricación permanente, pero que por la naturaleza de marcas, nombres, licencias especiales de los clientes y requisitos legales de los países de destino, pueden presentar diferenciación en marcación, empaque y embalaje, haciendo que cada producto sea diferente, exigiendo atención específica en planeación, producción, logística, trámites aduaneros y distribución.

Ilustración 20. Esquema básico de pedido MTO

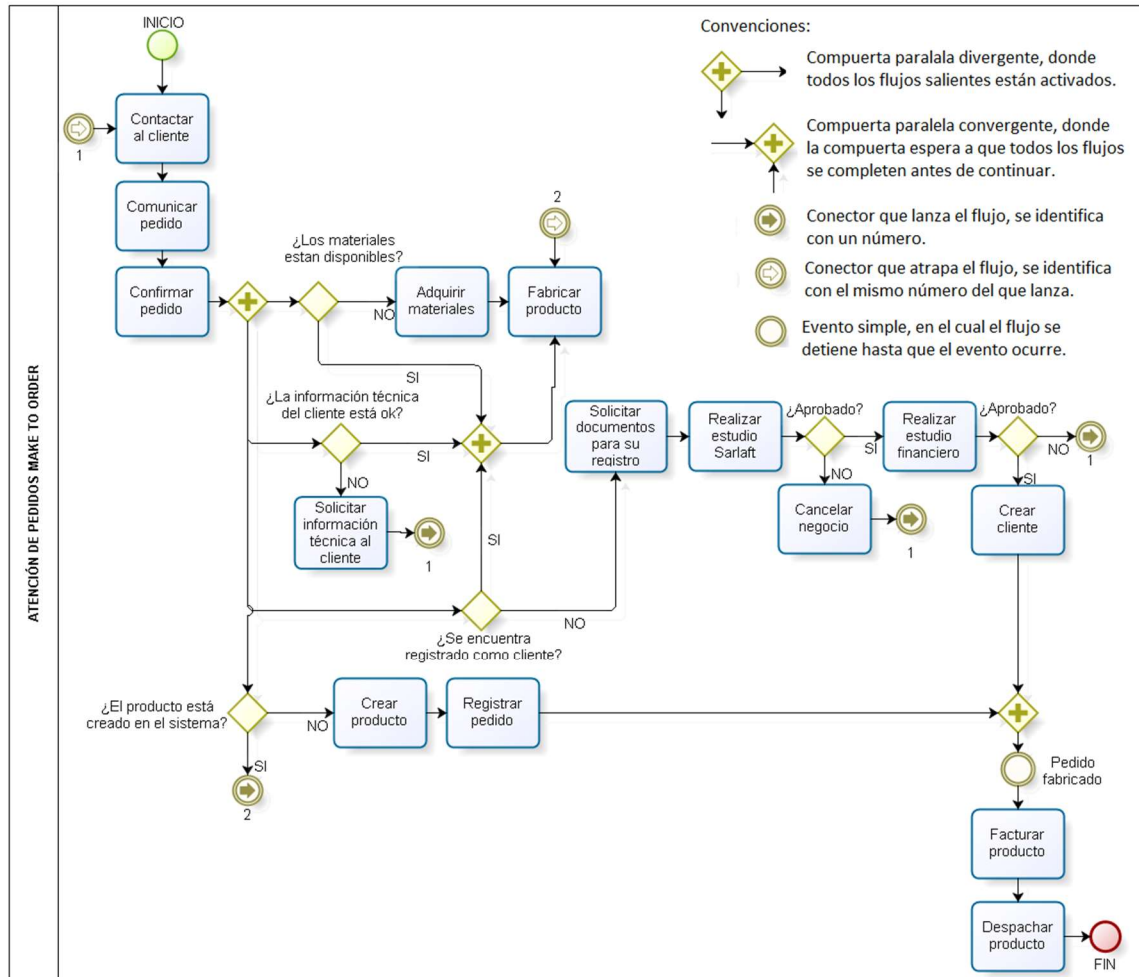


Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la ilustración anterior, a partir de los clientes directos se pueden generar negocios con clientes finales, es decir, es este último el que finalmente requiere a su nombre la factura expedida por Adama. Estos hechos ocasionan reprocesos, ya que generalmente el pedido está avanzado y al recibirse la orden de cambiar al cliente final, se debe tramitar con urgencia la creación del nuevo cliente y los productos pedidos, lo cual implica diseños de etiquetas, modificar la facturación, re-etiquetar o re-ensasar productos, y modificar trámites aduaneros.

Los pedidos MTO son activados mediante comunicaciones vía email y formatos provisionales enviados por el Gerente de ventas luego de negociar los productos con los clientes, emitiendo un primer comunicado, generalmente solicitando alta prioridad por las siguientes razones: es un cliente nuevo, se han pactado acuerdos especiales de pago y/o por condicionamiento para nuevos negocios; como se presenta en la ilustración 21, se activa de inmediato el plan de aprovisionamiento de materiales y se programa la producción, quedando la demás áreas en modo pasivo, ejecutando sus trámites respectivos, pero sin que éstos sean condicionantes para la autorización de la fabricación del pedido.

Ilustración 21. Modelo actual pedido MTO



Fuente: Elaboración Propia

En el modelo actual, como se observa en la anterior ilustración, la aceptación del pedido se fundamenta en la disponibilidad de materiales básicos, como materias primas y empaques, aun cuando están pendientes temas primarios como la ejecución del estudio Sarlaft (cuyo objetivo es verificar la reputación del cliente en relación a lavado de activos y financiación del terrorismo), la aprobación interna del cliente y aprobación de cupo de crédito, información de hojas de seguridad para marcación con etiquetas de seguridad UN (Naciones Unidas) e IMO (Organización Marítima Internacional), registros en sistema SAP (cliente, componentes, listas de materiales, pedidos, ordenes de producción y facturas), condiciones de embalaje, aprobación de crédito y fijación de cupo, especialmente. Actualmente, en los pedidos make to order

(MTO) se presentan casos de demoras, reprocesos, inconformismo de los clientes y congestión interna entre las diferentes áreas, impactando además en la acumulación de inventarios por tiempos adicionales en las bodegas.

- Volumen de pedidos MTO: en la tabla 7 se presenta un promedio mensual de 446, que corresponde al 14,6% del total, ésta cifra según la tabla 8 representa la creación de 5 clientes nuevos y la gestión con 11 clientes existentes. En la tabla 9 se observa que este tipo de pedidos participan en las ventas totales con un 50,2%.

En la tabla a continuación, se presenta en octubre de 2016 un total de 69 pedidos MTO, de los cuales, 14, es decir un 22%, presentan novedades especiales generadas por los problemas referidos.

Tabla 10. Pedidos MTO, en octubre de 2016

Detalle del pedido	Cant	%
Total de pedidos recibidos	69	100,0%
Pedidos con trámite normal - sin novedad	34	49,3%
Pedidos con novedades	35	50,7%
Pedido Nacionales	16	23,2%
Pedidos de exportación	53	76,8%
Pedidos entregados a tiempo	39	56,5%

Fuente: Elaboración Propia

Una vez revisados todos los pedidos del periodo seleccionado, se observa que un total de 30 de ellos, es decir el 43.5% del total, presentan retrasos por diferentes razones, siendo ésta la novedad más recurrente, también en varios casos se presentaron múltiples novedades para un mismo pedido; en la siguiente tabla se relacionan las novedades de pedidos que fueron identificadas y que evidencian la oportunidad de mejora en la gestión de pedidos MTO:

Tabla 11. Novedades de pedidos MTO

Novedades de los pedidos	Cant	%
Pedidos retrasados	30	43,5%
Compromiso de entrega en fecha muy cercana	25	36,2%
Aprobación cupo de crédito	23	33,3%
Cambio de moneda / precio	21	30,4%
Cambio de Cliente de facturación	17	24,6%

Novedades de los pedidos	Cant	%
Aprobación estudio Sarlaft	15	21,7%
Disponibilidad de línea de proceso	13	18,8%
Cambio de marcas en el cargue	11	15,9%
Falta de componentes	8	11,6%
Cambio de contenedores / Naviera	6	8,7%
Cancelación definitiva del pedido	1	1,4%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior, se identifica que otras novedades con mayor impacto (por encima del 30% cada una) son las relacionadas con plazos de entrega de difícil cumplimiento, aprobación del cupo de crédito y reprocesos por toda la documentación generada en relación a la moneda de pedido, estos casos se pueden presentar por la necesidad de satisfacer las exigencias del cliente, sin tener en cuenta los plazos internos de ejecución, por correcciones para dar cumplimiento a las exigencias aduaneras y para aprovechar oportunidades de cambio monetario.

Además, se observa que un 24,6% de los casos presentan novedades en relación a cambio de cliente de facturación, esto se da por la estrategia comercial de lograr la venta y mantener el cliente, donde se ha aceptado realizar ajustes al pedido para satisfacerlo; y que un 21,7% de las novedades están relacionadas con el trámite de estudio Sarlaft, el cual es realizado por un proveedor quien por la naturaleza de la actividad tiene un nivel de servicio de 16 días hábiles, este proceso se activa una vez aprobado el estudio financiero, lo cual alarga la gestión administrativa de la aprobación del cliente.

En promedio se despachan 86 contenedores por mes, de los cuales, 38 corresponden a mercancías con permanencia adicional de 28 días, considerando que el tiempo estándar de despacho es de siete días se está efectuando en 35 días; durante este tiempo se almacenan y movilizan en las bodegas las mercancías asociadas, con una ocupación extra de 760 posiciones de pallet cuyo costo estimado es de \$35.000.000 mensuales (760 pallet x \$46.000/pallet). Los productos retrasados y reprocesados generan mensualmente en promedio un

total de 1.200 movilizaciones logísticas adicionales de mercancías entre bodegas y producción cuyo sobre costo es de aproximadamente \$ 8.400.000 (1.200 movimientos. x \$ 7.000 / movimiento)

- Condiciones para pedidos MTO: Las condiciones bajo las cuales funciona actualmente el modelo pueden resumirse de la siguiente manera:
 - a) Es prioritario atender el pedido y se deben adelantar la producción, aun cuando el cliente / producto sean nuevos.
 - b) El Gerente de ventas emite una comunicación a las áreas y se activa en primera medida el plan de producción, dando prioridad a la asignación de materiales y líneas de proceso.
 - c) La información técnica que debe ser suministrada por el cliente no se recibe oportunamente: receta de producto, etiqueta de productos y hoja de datos de seguridad. Sin arte de etiqueta oportuno el producto queda a la espera de dicha etiqueta, cuya fabricación tarda aproximadamente 7 días. Sin la hoja de seguridad específica del cliente pueden suceder dos cosas: que se usen datos de un producto similar y se efectúe la marcación con base en ésta, con el riesgo de que ésta no coincida con la información oficial, o que el producto quede en pendiente por confirmación; en los dos casos se generan reprocesos y ocupación adicional de áreas de almacenamiento.
 - d) La facturación tarda en salir cuando el Cliente es nuevo y aún no cuenta con aprobaciones de las Gerencias Financiera y/o Gerencia de Cartera.
 - e) La liberación de clientes se retrasa cuando éste es nuevo, o es un cliente bloqueado por cartera o no tiene cupo aprobado; lo que hace necesario adelantar con urgencia todo el proceso de solicitud documental, estudio Sarlaft y estudio financiero.
 - f) Los trámites aduaneros y logísticos pueden tener riesgo de que se atrasen por falta de factura, documento indispensable para iniciar todos estos procesos.
 - g) El despacho se retrasa por reprocesos de producto, o por demora en los trámites aduaneros.

- h) Cuando el producto es fabricado, pero existen marcas erradas o información incompleta, es necesario desembalar la mercancía, cambiar etiquetas, colocar otras etiquetas y ajustar embalaje según nuevas indicaciones.
- i) Las operaciones de salida de zona franca y exportaciones se retrasan por diferencias en la información comercial y requieren cambios documentales.

3.2.2.1.3. Compras: Esta juega papel fundamental en los resultados de los inventarios; su función principal es tomar como entrada la demanda definida en las reuniones S&OP, correr el MRP para definir necesidades y efectuar las compras. Existen dos tipos de compras: nacionales y de importación. Las compras nacionales corresponden básicamente a materiales de empaque, solventes y algunas materias primas auxiliares con proveedores definidos mediante acuerdos especiales de suministro y calidad. La multinacional Adama tiene diversas fábricas de agroquímicos a nivel mundial, principalmente en China, desde donde se suministran las materias primas y técnicos. Teniendo en cuenta que las reuniones S&OP se planean tres meses de ventas, se definen los requerimientos de compra y se envían a casa matriz para que efectúen una pre-asignación de productos que finalmente se ratifican a través de órdenes de compra. De acuerdo con la entrevista realizada al Analista de compras, los pedidos de compra se hacen para entregas totales y no existe mayor poder de negociación para despachos parciales. Adama ha centrado toda la gestión de compras de importación en su casa Matriz en Israel, quien ha establecido un procedimiento global de compras.

Como se muestra en la siguiente tabla, el abastecimiento de materiales tiene dos orígenes fundamentales: productos de importación en un 89% y productos nacionales en el 11%; las fuentes de abastecimiento son principalmente las empresas vinculadas al grupo que en promedio abastecen el 80% de los productos importados.

Tabla 12. Compras de productos en Adama Andina

Tipo de compra	Tipo de productos	Participación tipo de compra	
Importación	Ingredientes activos.	89%	
Nacional	Empaques, colorantes, coadyuvantes, solventes, antiespumantes, otros	11%	

Tipo de compra	Tipo de productos	Suministrados por vinculados	Suministrados por terceros
Importación	Ingredientes activos	80%	20%
Nacional	Empaques, colorantes, coadyuvantes, solventes, antiespumantes, otros	0%	100%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, el 89% de los productos son de importación, y el 80% de éstos son suministrados por empresas vinculadas del grupo Adama, lo que indica la centralización de compras con casa matriz, permitiendo al grupo administrar el 72 % del total de compras en Colombia (80% x 89%), integrando todo su requerimiento a un plan global que les permite planear la capacidad productiva de sus las plantas a nivel mundial y efectuar movilización desde diferentes orígenes, garantizando disponibilidad de inventario dentro de los lead time acordados.

- **Revisión de requerimientos:** Las decisiones de compras se realizan de acuerdo con la demanda fijada en las reuniones S&OP, se definen las cantidades a comprar, los proveedores, las políticas y se confirman las órdenes de compra. De acuerdo con el Analista de Planeación, a partir de la demanda fijada en reuniones S&OP se registran los pedidos en SAP, tanto MTS (calculados por RFC) como los pedidos MTO, posteriormente se corre el MRP del sistema SAP para que genere la lista de necesidades de compra, considerando para ello especialmente el lead time de los productos, las fechas de entrega requerida, el tamaño mínimo de pedido, los requerimientos de los pedidos, los inventarios en bodega, los inventarios en tránsito; el reporte SAP incluye principalmente: información del producto, cantidad requerida y fecha de entrega . No obstante, el Analista de planeación analiza toda la información generada por el sistema y efectúa modificaciones que correspondan frente a otros factores que pueda influir y genera en SAP los pedidos de compra,

momento partir del cual el proceso de abastecimiento queda en manos del Analista de Compras; este proceso se realiza con base en la ilustración 18. Modelo de planeación de la demanda.

- Manejo de decisiones (comprar – hacer): La compañía tiene como objetivo atender en lo posible todas las oportunidades de negocio que reciba, por tanto, la decisión de fabricar / comprar es determinante en el proceso de abastecimiento; de acuerdo con los planes de producción y disponibilidad de productos, se puede tomar la decisión de fabricar un producto o comprarlo a una de las empresas vinculadas; para la primera decisión se debe ejecutar todo el modelo de abastecimiento de materias primas / empaques y producir, pero en el segundo caso, se adquieren los productos a granel para ser re empacados; en las decisiones de comprar los productos a granel, es necesario realizar procesos de re-empaque. En todo caso, las daciones de compra son definidas por los aspectos legales relacionados con los registros, licencias y certificados de origen. De acuerdo con el Gerente de planeación y logística de La compañía, el 85% de los productos comprados son líquidos y el 15% son sólidos; los productos comprados son únicamente 8% del total de compras, compuesto por un 5% en líquidos y 3% sólidos. Para atender los procesos de re-empaque de éstos últimos, se han desarrollado proveedores especialistas en procesos de apoyo, uno en Barranquilla y uno en Bogotá, que permite reaccionar oportunamente frente a los pedidos, adicionalmente apoyan actividades que requieren cambios menores en las presentaciones de los productos, como etiquetados y cambios de empaques externos.
- Gestión de proveedores: Los proveedores de La compañía son en esencia empresas vinculadas, que como se observa en la tabla 12, suministran el 72% de los productos comprados, lo que facilita toda comunicación y coordinación de abastecimiento, desde procesos productivos hasta movilizaciones de productos en diferentes ubicaciones, no obstante, existen procedimientos, políticas y protocolos para su creación, evaluación seguimiento y permanencia. De acuerdo con el tipo de proveedor se encontraron los siguientes aspectos:

- Para proveedores nuevos: Estudio Sarlaft, Estudio financiero, Evaluación / aprobación de productos, Análisis de idoneidad técnica, operativa y Jurídica, Análisis BASC, Soporte y servicio, Ubicación, Calidad, Precio y Sistemas de gestión.
- Para proveedores existentes: Estudio Sarlaft aleatorio, mínimo uno al año; Estudio BASC aleatorio, mínimo uno al año, Evaluación de gestión mínimo una vez al año, Resultados de evaluación, Servicio, Innovación, Precio, Sistemas de gestión.

En el listado de proveedores se encuentra que con todos ellos se ha mantenido excelentes relaciones por muchos años, en donde ha predominado la calidad, la comunicación, la colaboración, el cumplimiento y el respeto. De acuerdo con el programa de evaluación de proveedores efectuado en el año 2016, el 64% de estos genera el 89% de las compras totales y sus calificaciones son iguales o superiores a 95 puntos; el otro 36% de los proveedores suministra el 11% de las compras y sus evaluaciones están en el rango de 80 puntos hasta 94.9 puntos y son los que suministran materiales y servicios de apoyo.

- Control de abastecimiento: De acuerdo con el Analista de Compras y el Gerente de Planeación y Logística, en La compañía el control del abastecimiento se realiza básicamente mediante el seguimiento de órdenes de compra generadas a partir de la demanda definida en reuniones S&OP. Las importaciones son coordinadas por el área de Comercio exterior a través de una Sociedad Intermediadora Aduanera especializada; las cargas nacionales son coordinadas por los auxiliares de compras. La base de información es el sistema SAP a través del cual se bajan reportes de productos y proveedores. Considerando la política de inventarios a tres meses y que los requerimientos de compras están basados en este concepto, se solicitan despachos “totales e inmediatos” para garantizar la disponibilidad de productos durante el periodo; el Analista de compras manifiesta que de acuerdo con lo anterior

no se consideran aspectos como excesos de inventarios, ocupación de bodegas ni movilización de carga, y aunque se deseara efectuar una planeación a menor tiempo, se estaría abordando un tema muy complejo y difícil de manejar ya que requiere controlar simultáneamente diversas variables como cantidad a pedir, inventario mínimo, fecha del pedido, lead time del producto, tamaño de lote, especialmente, porque no se cuenta con una herramienta administrativa ni tecnológica que permita este control.

3.2.2.2. Almacenamiento.

Está compuesto por bodegas en arrendamiento ubicadas dentro de zona franca con administración y gestión propia, y bodegas ubicadas dentro de las instalaciones de la Compañía; la configuración general de las bodegas se observa en la siguiente tabla:

Tabla 13. Capacidad de almacenamiento y utilización de bodega

Bodega	Capacidad	Ocupación	Exceso	% Exceso	Área m2	Celdas a piso
Bodega de Producto terminado	3.246	3.550	304	9,4%	2.340	-
Bodega de empaques y M. Primas	2.422	2.800	378	15,6%	1.722	-
Bodega 1 - Cobertizo 1	415	470	55	13,3%	340	332
Bodega 2 - Cobertizo 2	341	370	29	8,5%	240	140
Bodega 3 - Cobertizo 3	119	140	21	17,6%	110	98
Bodega 11	1.600	2.100	500	31,3%	1.531	900
Patio / vías / contenedores	-	4.051	4.051	100,0%	2.350	-
TOTAL	8.143	13.481	5.338		8.633	1.470

Fuente: Elaboración Propia

- Bodega de producto terminado: ubicada dentro de las instalaciones de La compañía, sector oriental; estructuralmente cumple con todas las normas requeridas para el almacenamiento de agroquímicos. Cuenta con estantería metálica a doble profundidad y 5 niveles de altura
- Bodega de materias primas: ubicada dentro de las instalaciones de La compañía, sector occidental; estructuralmente cumple con todas las normas requeridas para el almacenamiento de agroquímicos. Cuenta con estantería metálica a doble profundidad y 5 niveles de altura.

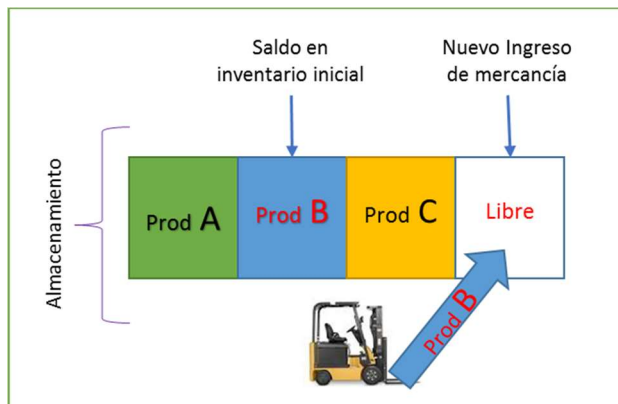
- Bodega 1 – Cobertizo: Bodega pequeña sin paredes y sin estantería; se almacena a piso.
- Bodega 2 – Cobertizo 2; Bodega pequeña sin paredes y sin estantería; se almacena a piso.
- Bodega 3 – Cobertizo 3: Bodega pequeña sin paredes y sin estantería; se almacena a piso.
- Bodega 11 de Zona Franca: Arrendamiento directo por parte de La compañía y ubicada a 200 m de sus instalaciones.

Adicional a las bodegas de almacenamiento en su configuración estándar, se usan áreas para mercancías como se describe a continuación:

- Patios de operaciones: Usados permanentemente para almacenamiento de mercancías; se incumplen condiciones adecuadas y seguras para agroquímicos. Se ocupan aproximadamente 1600 m².
- Contenedores: eventualmente usados para almacenamiento temporal de mercancías; Se generan movilizaciones adicionales.
- Pasillos y corredores: temporalmente se ubican mercancías en corredores y pasillos obstaculizando las operaciones.

3.2.2.2.1. Gestión de almacenes: El modelo de almacenamiento utilizado es de gestión del “almacén caótico”, en el cual no existen ubicaciones pre-asignadas. Los productos se almacenan según disponibilidad de espacio. No obstante, es importante tener en cuenta que dentro de las bodegas hay una separación obligatoria: herbicidas no pueden mezclarse con insecticidas / fungicidas, es la norma de control de contaminación cruzada. La ilustración 23 representa lo anteriormente explicado:

Ilustración 22. Almacenamiento caótico en Adama Andina



Fuente: Elaboración propia

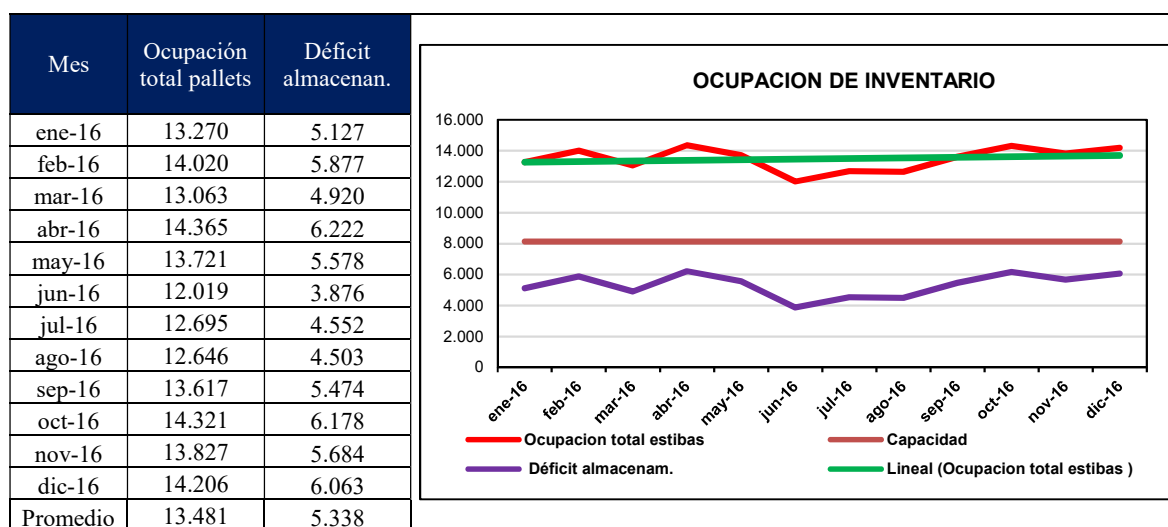
Adicionalmente, en la ubicación de mercancías se trata de dejar secciones de estantería o zonas de la bodega productos de la misma familia, procurando efectuar la menor cantidad de movimientos posibles para asignación de espacios. La planificación se imposibilita cuando los excesos de materiales colapsan estanterías, corredores, pasillo, vías y senderos; los volúmenes de materiales entrantes son superiores a los salientes por unidad de tiempo. Las condiciones de almacenamiento impiden que se cumplan los principios básicos de distribución de almacenes:

- Los productos de mayor rotación pueden ubicarse lejos de la salida y se alarga el tiempo de desplazamiento.
- Los artículos pesados y difíciles de transportar pueden localizarse de tal manera que incrementan el trabajo que se efectúa al desplazarlos y almacenarlos.
- Los espacios altos se pueden usar indistintamente para cualquier tipo de producto y no necesariamente para los que son ligeros y protegidos, que permita maximizar la capacidad de almacenamiento.
- Todos los elementos de seguridad y control de incendios están situados en puntos que en condiciones normales serían adecuados; están asignados en relación con los materiales almacenados, pero las condiciones de almacenamiento impiden su uso inmediato en una eventual emergencia.

Las bodegas tienen dos tipos de estructura de almacenamiento, en estantería y en piso (apilamiento); algunas materias primas se ubican en piso, sin embargo, por su tipo de empaque solo pueden almacenarse a un nivel y dos niveles (tatucos de cartón, bigbags redondeados, entre otros), por tanto, se genera ocupación de área con mínimo de productos. Es necesario identificar el tipo de bodega en el cual se deben ubicar los productos de acuerdo con su empaque para ubicar en piso aquellos que permitan máximo apilamiento y optimizar la capacidad de las bodegas. En el anexo 2 se puede observar imágenes representativas de las condiciones actuales en el almacenamiento de los productos.

- Nivel de Ocupación de bodegas: El nivel de ocupación de bodegas es en promedio de 13.481 pallets y la capacidad existente es de 8.143 pallets, lo que implica un déficit de 5.338 pallets, las cuales se almacenan improvisadamente en áreas libres. La variación de la capacidad y ocupación de almacenamiento se observa en la siguiente ilustración:

Ilustración 23. Ocupación de bodegas



Fuente: Elaboración Propia

- Ocupación de bodegas por productos: La ocupación de bodegas por tipo de producto se presenta en la tabla No. 14, la cual fue elaborada considerando la

máxima consolidación por pallet en estantería y el máximo apilamiento a piso, con el fin de poder comparar los dos tipos de almacenamiento:

Tabla 14. Nivel de ocupación por tipo de producto en pallets

Tipo producto	Material	Ocupación promedio pallets en estantería
Envases	1 LP	377
Envases	10 LP	238
Envases	20 LM	538
Envases	20 LP	272
Envases	200 LM	562
Envases	200 LP	338
Envases	4 LP	340
Envases	5 LP	693
Envases	60 LM	476
Envases	Menores 1 Lt	114
MP / PT	Tatucos cartón	114
MP* / PT**	20 Lp	196
MP / PT	20 Lm	93
MP / PT	Sacos x 25 Kg	1.620
MP / PT	60 Lm	591
MP / PT	200 Lm	2.718
MP / PT	200 Lp	1.200
MP / PT	Big bag	871
PT	1 Lp	970
PT	4 Lp	480
PT	5 Lp	440
PT	10 Lp	240
	TOTAL	13.481

Fuente: Elaboración propia

- Políticas de inventarios: Las siguiente tabla describe las políticas que actualmente se aplican en Adama Andina:

Tabla 15. Políticas de inventarios de La compañía

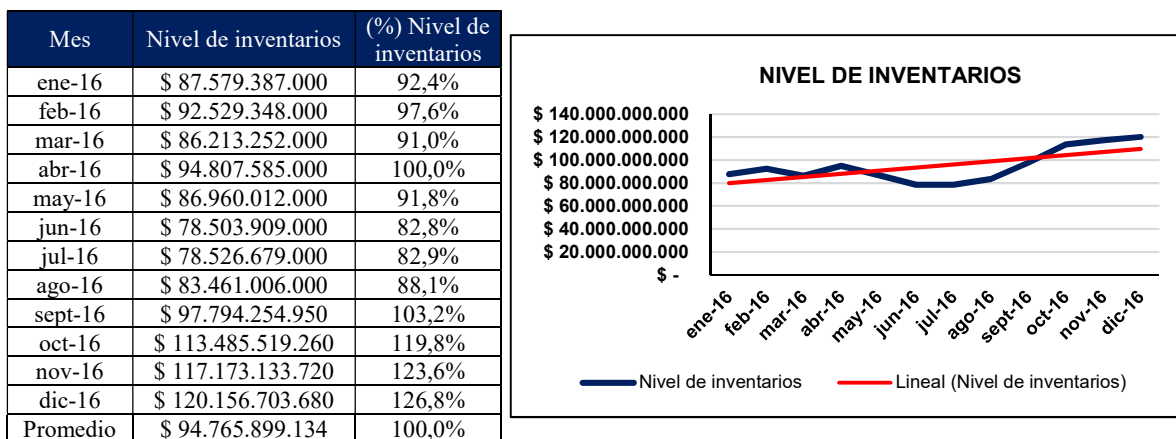
Políticas con relación a la planeación de la demanda:	- La planeación de las ventas de productos propios se basa en los datos de pronóstico de Rolling Forecast (RFC), que activa todas las operaciones de abastecimiento y producción.
Políticas en relación con la gestión de pedidos:	- Se deben recibir y atender de manera prioritaria todos los pedidos make to order. - Los pedidos MTS deben ser basados en pronósticos RFC. - La demanda se define a partir de los pedidos MTS y MTO en reuniones S&OP.
Políticas con relación al reaprovisionamiento:	- El aprovisionamiento de materiales se activa con la información definida en reuniones S&OP. - Los inventarios deben tener una cobertura mínima de 90 días, tanto los componentes como los productos terminados. - La disponibilidad de inventarios es tres meses, basados en los pronósticos y datos consolidados en las reuniones S&OP.
Políticas con relación a la gestión de almacenes:	- La unidad de ocupación de inventarios en bodegas es el pallet, ya que integra de mejor manera la diversidad de empaques de productos, la disposición de las bodegas

	<p>según su configuración (estantería y apilamiento), igualmente incluye la información para volumen, distribución y movilización, especialmente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El modelo de administración y uso de inventarios es el sistema FIFO, actualmente se dificulta manejarlo por la ocupación de zonas libres con mercancías que impiden la ubicación y movilización de mercancías.
Políticas con relación a indicadores de gestión de inventarios:	<ul style="list-style-type: none"> - La edad de los inventarios corresponde al número de días que tienen éstos en bodegas, contados a partir de la fecha de llegada. Se clasifican así: Normal, hasta 120 días; Slow move (bajo movimiento), desde 121 hasta 240 días; No move (sin movimiento), desde 241 hasta 360 días; Obsolet (obsoleto), más de 360 días. - Se manejan como indicadores de desempeño para la gestión de inventarios los siguientes: Nivel de inventarios, Rotación de inventarios en veces, Rotación de inventarios en días, Nivel de inventarios bloqueados, y Edad del inventario.

Fuente: Elaboración propia

- **Indicadores de Gestión:** Los indicadores de gestión hacen parte de la política de administración de inventarios, no obstante, con los conceptos de los autores referenciados en el marco teórico, no son suficientes para determinar un diagnóstico sobre su estado; al equipo investigador le ha correspondido implementar los indicadores pendientes, establecer los métodos de extracción de la información, la construcción de las bases de datos y el entrenamiento del personal respectivo para garantizar su continuidad. A continuación, se presentan los indicadores para medir el desempeño en la administración de los inventarios, los cuales representan en comportamiento del año 2016.
 - **Nivel de inventarios (existente):** En el año 2016 el nivel de inventarios tuvo un promedio mensual de 94.7 mil millones de pesos; la tendencia demuestra un fuerte crecimiento en el último trimestre, donde alcanzó el 120%. El año cierra con incremento del 37.2% con respecto a enero. La variación del nivel de inventarios se observa en la siguiente ilustración:

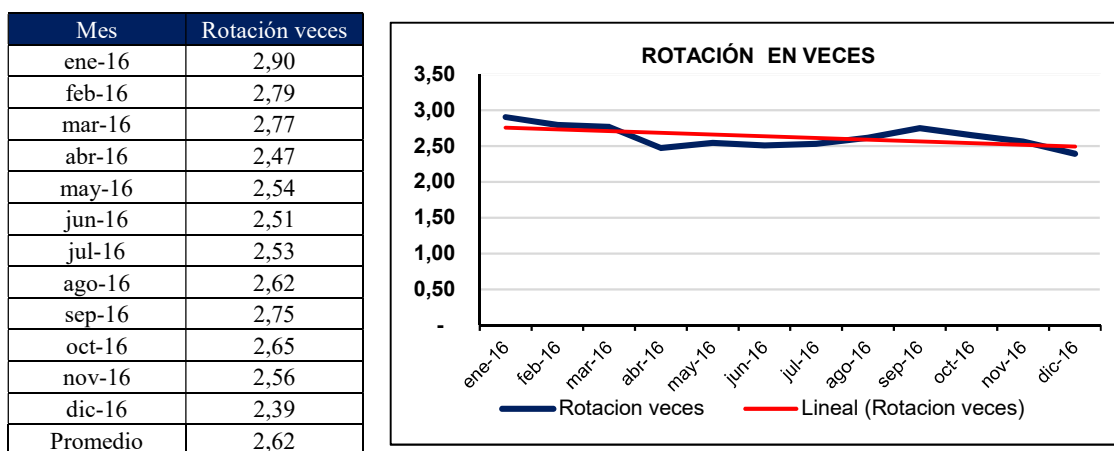
Ilustración 24. Nivel de inventarios



Fuente: Elaboración Propia

- Rotación de los inventarios – veces (existente): Este indicador al final del 2016 es de 2.39 veces luego de haber alcanzado un máximo de 2.9 veces; el promedio del año es de 2.62 con comportamiento general de decrecimiento, como se observa en la ilustración 25, indicando que la frecuencia con la cual el inventario se convierte en producto terminado y/o cuentas por cobrar está disminuyendo, con serio impacto en las finanzas de La compañía, considerando que una de las consecuencias es la acumulación de mercancías y la reducción del flujo de efectivo.

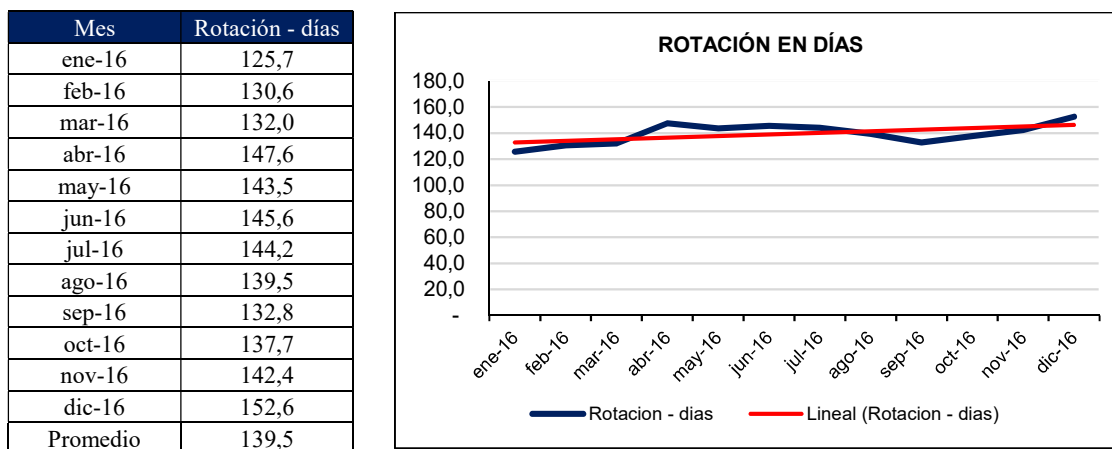
Ilustración 25. Rotación del inventario – veces



Fuente: Elaboración Propia

- Rotación del inventario – días (existente): Este indicador ha alcanzado su máximo nivel en 2016, al llegar 152.6 días, con tendencia de crecimiento, tal como se observa en la ilustración 26; las cifras van en aumento hasta alcanzar 152.6 días la cierre de 2016, lo que indica que los inventarios permanecen más tiempo en almacenamiento, requerimiento de más áreas en almacenes, generando mayor impacto en las condiciones de seguridad y movilidad de las mercancías y acumulando capital inmovilizado. La rotación promedio para el año 2016 es de 139.5 días.

Ilustración 26. Días en inventario



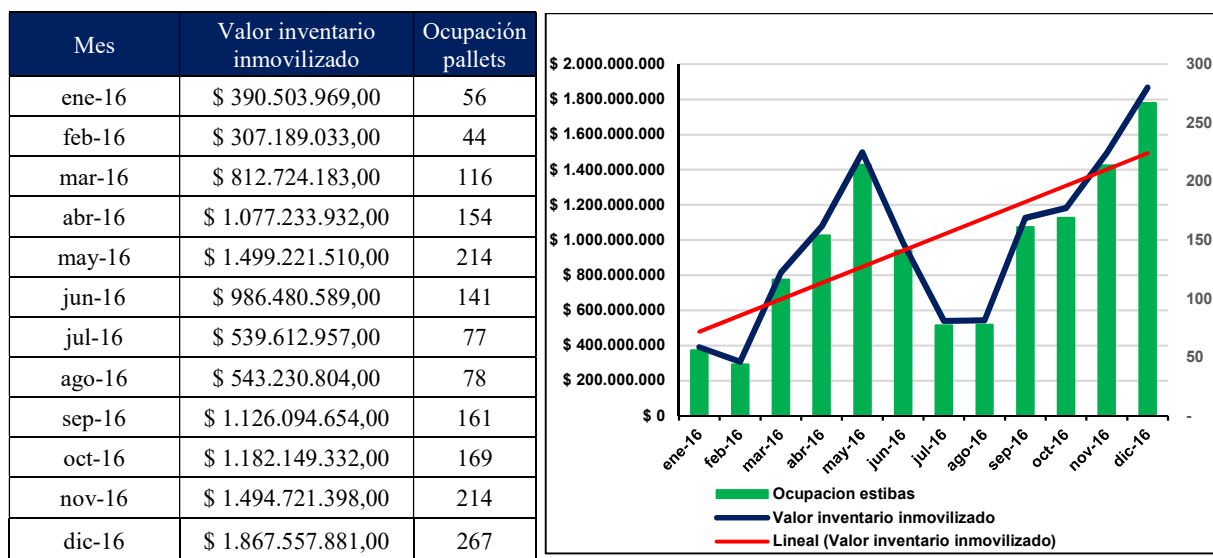
Fuente: Elaboración Propia

- Nivel de inventarios bloqueados (existente) – ahora vejez del inventario: Corresponde en promedio a 1.04% de los inventarios totales y se incrementan en una proporción muy alta pasando de 390.5 millones en enero de 2016 a 1.867,5 millones en diciembre de 2016, con un incremento del 478%; son el resultado de productos dañados durante la operación logística en bodega (15.2%), productos que quedan obsoletos (16.4%) y productos vencidos (44.1%) y devoluciones (24.3%).

Estos productos requieren tratamientos especiales por su condición de encontrarse fuera de especificaciones, ocupan un total de 267 posiciones de

pallets en almacenamiento y permanecen en bodega hasta 270 días, dependiendo de los ciclos de formulaciones en las cuales puedan ser incluidos para reprocesos. Lo anterior puede verse representado en la siguiente ilustración:

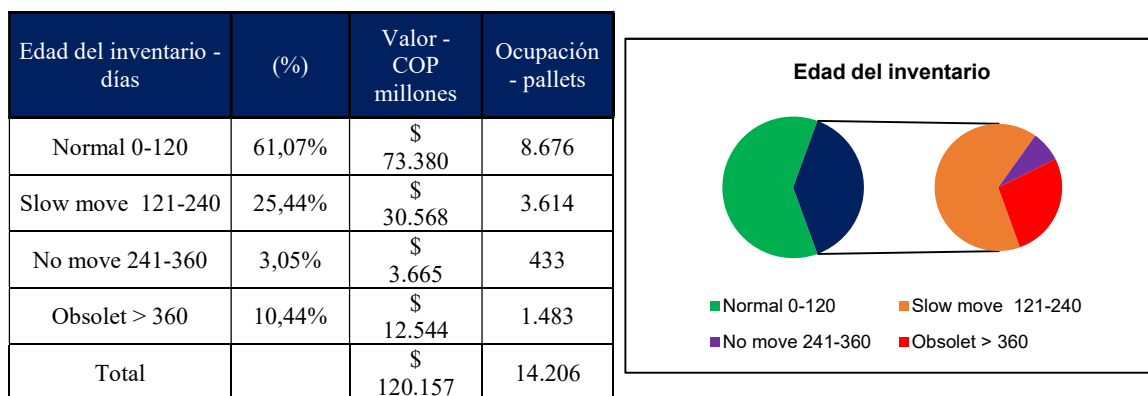
Ilustración 27. Inventarios bloqueados



Fuente: Elaboración Propia

- Edad del inventario (existente): Como se muestra en la ilustración 28, el 61.07% del total de los inventarios tiene permanencia menor o igual 120 días, lo que incluye 30 días adicionales a los 90 días de la política general; de acuerdo con esto, el 38.9% de los inventarios permanecen en bodegas más de 120 días; el 10.44% del total de los inventarios tienen más de un año y se deben gestionar con especial atención.

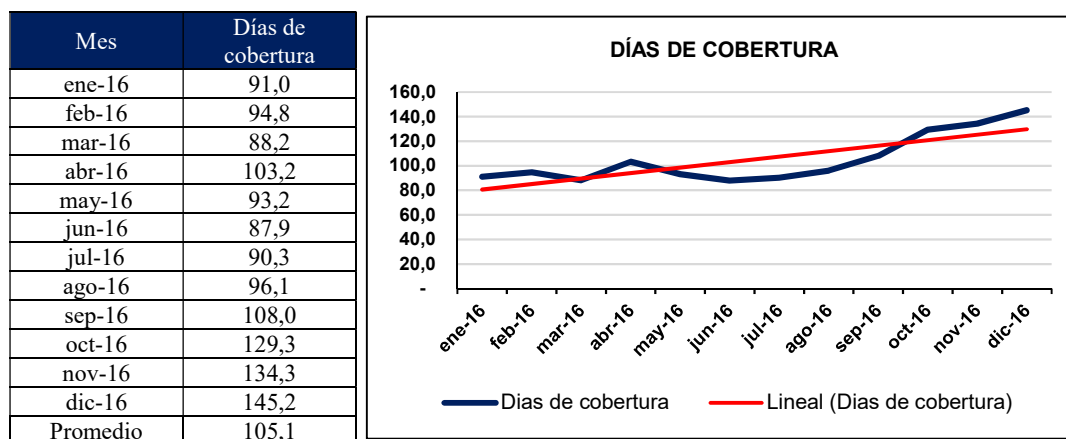
Ilustración 28. Edad del Inventario



Fuente: Elaboración Propia

- Cobertura del inventario (Desarrollado): Es la proporción entre el inventario final y las ventas promedio del último periodo; como se observa en la ilustración 29, las existencias del inventario en bodegas cubren en promedio 105 días; pasó de 91 días en enero de 2016 a 145 días en diciembre de 2016, con un incremento del 59.6% y con tendencia de crecimiento.

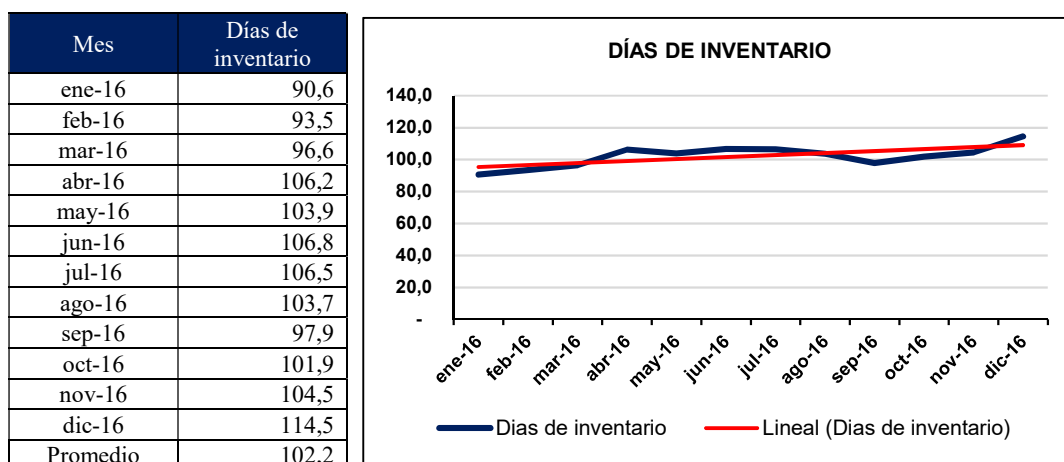
Ilustración 29. Cobertura del Inventario



Fuente: Elaboración Propia

- Días de inventario (Desarrollado): Como se observa en la ilustración 30, en promedio las mercancías permanecen 102.2 días; pasó de 90.6 días en enero de 2016 a 114.5 días en diciembre de 2016, con un incremento del 26.4% y con tendencia de crecimiento.

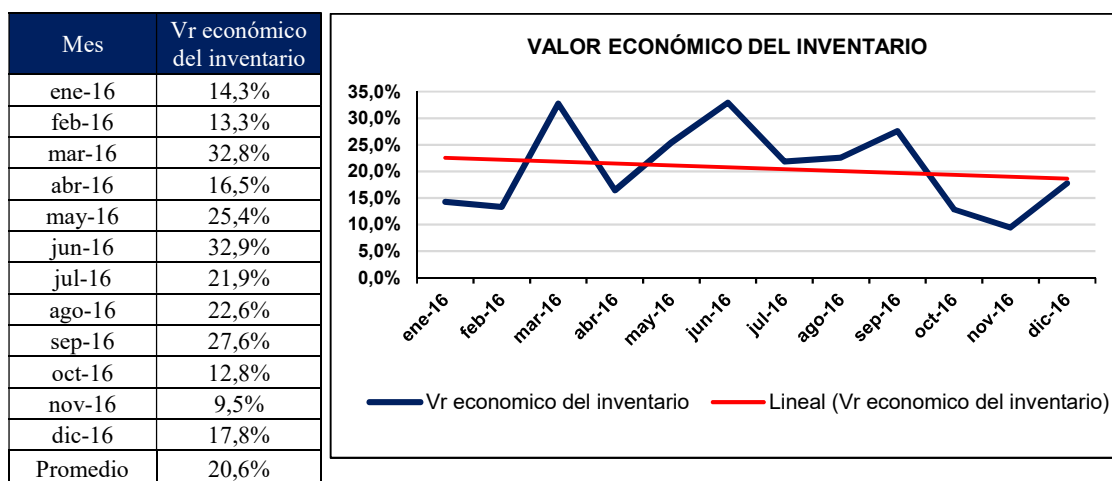
Ilustración 30. Días de Inventario



Fuente: Elaboración Propia

- Valor económico del inventario (Desarrollado): Como se observa en la ilustración 31. Valor económico del inventario el promedio es de 20.6%; aunque se registran valores altos en algunos meses de 2016 llegando hasta el 32.9% en junio, también se observan cifras muy bajas como el 9.5% de noviembre; la tendencia de decrecimiento indica desfavorabilidad para La compañía.

Ilustración 31. Valor económico del inventario

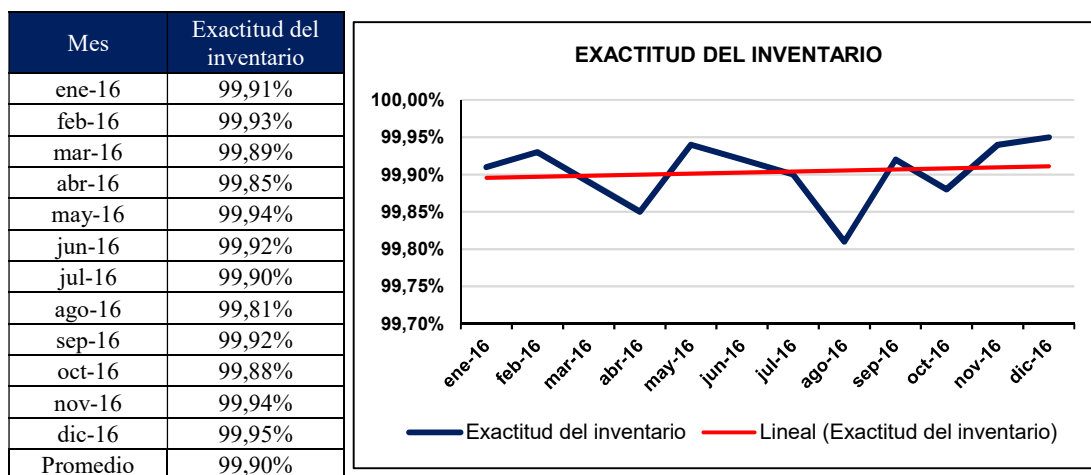


Fuente: Elaboración Propia

- Exactitud del inventario (Desarrollado): Como se observa en la ilustración 32, el promedio para el año 2016 es de 99.9%, lo que indica un margen de

error del 0.1%; financieramente se puede concluir que por cada \$100 en inventario registrados se cuenta con \$99.90 y una diferencia de \$0.10; a nivel de planeación y ventas se puede interpretar que la probabilidad de contar con los productos es del 99.90%. De acuerdo con el Jefe de Logística, la pérdida de producto es una de sus mayores preocupaciones y por tanto ha dedicado recursos exclusivos para mantener su control, mediante permanentes y muy complicadas actividades de identificación, ubicación y conteo.

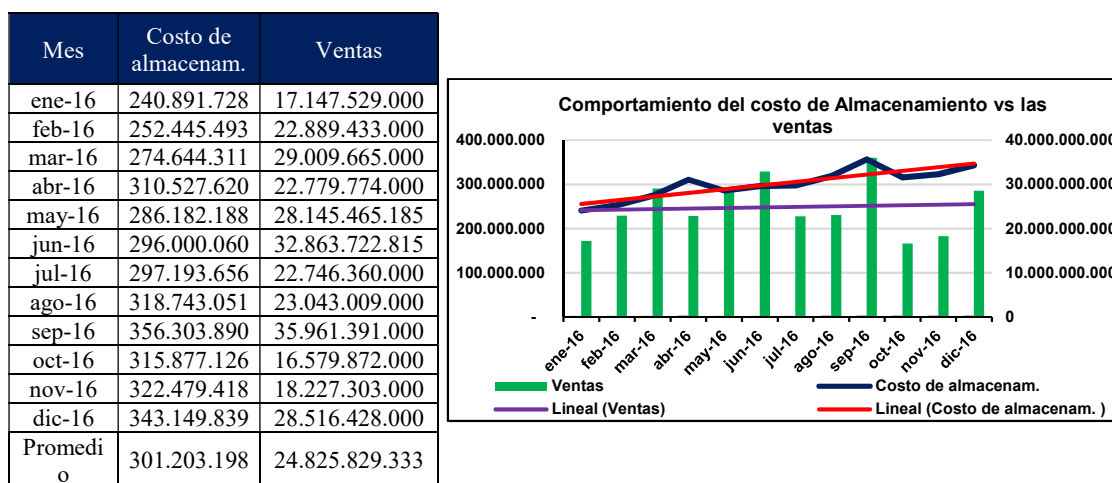
Ilustración 32. Exactitud del inventario



Fuente: Elaboración Propia

- Costo de almacenamiento Vs las ventas (Desarrollado): Este tuvo durante el año 2016 un comportamiento bastante irregular, con promedio de \$301.203.198 por mes; las ventas igualmente fueron muy irregulares y con promedio de \$24.825.333; como se observa en la ilustración 33, los costos de almacenamiento tienen tendencia de crecimiento mientras que la tendencia de las ventas es constante, situación que indica desfavorabilidad en la gestión de inventarios.

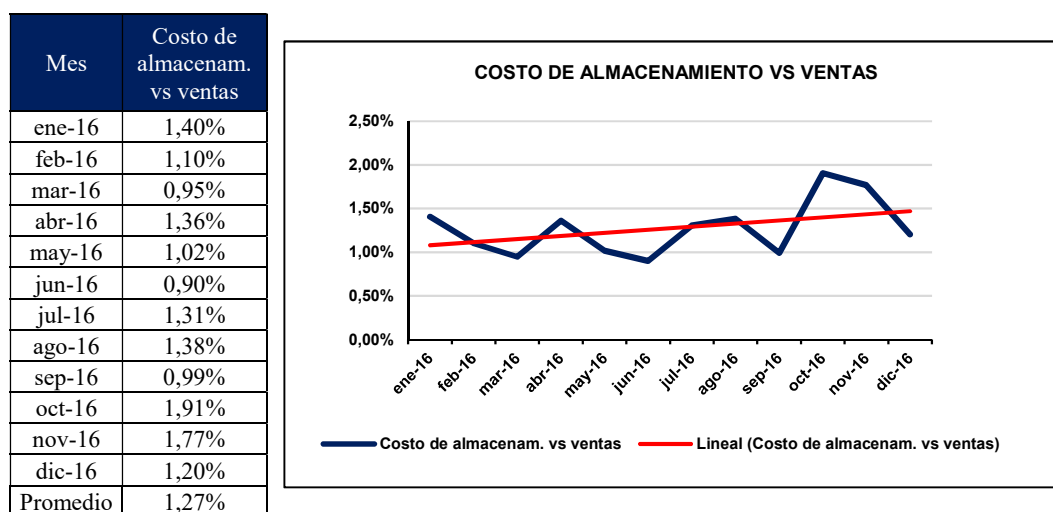
Ilustración 33. Comportamiento costo de almacenamiento vs las ventas



Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 34 se observa como la relación entre el comportamiento del costo de almacenamiento respecto de la variación de las ventas presenta una tendencia de crecimiento, indicando que proporcionalmente dichos costos tienen un aumento superior al de las ventas, situación que requiere revisión urgente ya que hay efecto negativo en el aspecto financiero.

Ilustración 34. Costo de almacenamiento vs las ventas

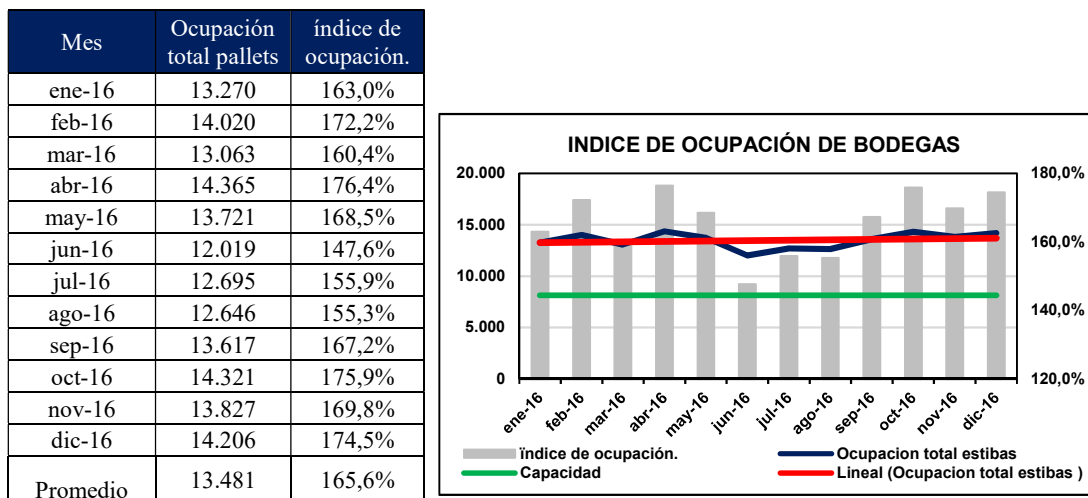


Fuente: Elaboración Propia

- Índice de ocupación de bodegas (Desarrollado): Como se muestra en la ilustración 35, el promedio es del 165.6%, es decir, hay sobre cupo del 65%

con respecto a la capacidad disponible. En diciembre de 2016 el índice de ocupación fue del 174.5%.

Ilustración 35. Índice de ocupación de bodegas



Fuente: Elaboración Propia

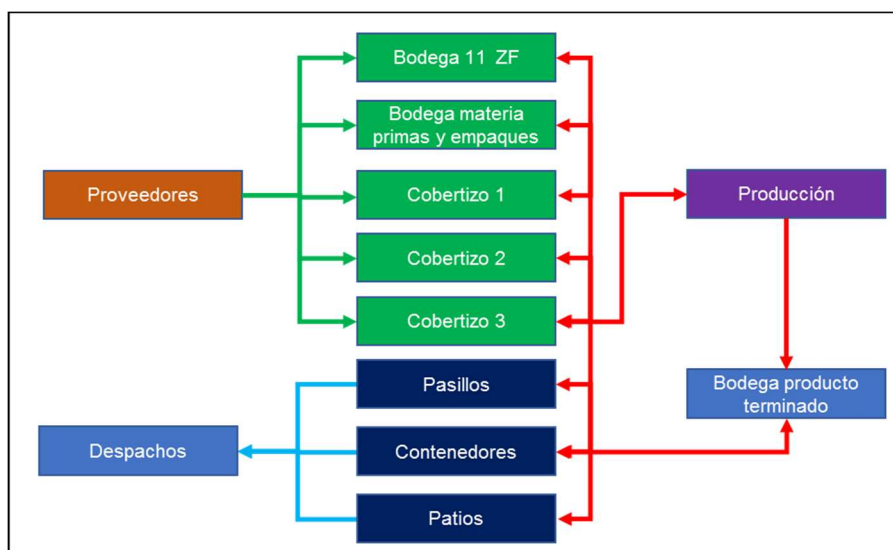
3.2.2.2.2. Movimiento de materiales: En La compañía, las áreas de almacenamiento son insuficientes para ubicar la totalidad de productos; el déficit de bodegas es de 6.063 pallets al cierre del año 2016 y el promedio de este mismo año fue de 5.338 unidades, volumen que es ubicado en diferentes zonas improvisadas provocando obstrucciones en su movilización y disponibilidad; ésta situación origina problemas por re-procesos logísticos, esperas, demoras y especialmente exponiendo a riesgos operativos, de salud ocupacional y seguridad industrial a los activos y a las personas; los operarios requieren de gran habilidad en el manejo de montacargas para operar en espacios reducidos y evitar pérdidas por daños en las estructuras y productos por impactos con el montacargas:

- Corredores y pasillos de bodegas: se obstruye el flujo logístico de la operación, impidiendo el paso de montacargas, dificultando las actividades de picking, alistamiento y despacho de productos.
- Patios: se ubican mercancías a la intemperie con riesgo de daño y deterioro.

- Contenedores: almacenamientos temporales que exigen movilizaciones adicionales entre éstos, los patios y las bodegas. Estos movimientos no generan ningún valor a los procesos y por el contrario son generadores de consumo innecesario de recursos.

Como se observa en la ilustración 36. Movimiento de materiales, se dispone de bodegas con fines específicos de almacenamiento según tipo de materiales, sin embargo, se utilizan de acuerdo con disponibilidad de espacios; los productos pueden pasar indistintamente de una zona de almacenamiento a otra de acuerdo con espacios libres o requerimientos de movilización.

Ilustración 36. Movimiento de materiales



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2.3. Tipo de productos: Los productos en La compañía son básicamente de tres tipos: Productos terminados, materias primas y material de empaque, cuya conformación se puede observar en Tabla 16:

Tabla 16. Tipo de productos

Producto	Detalle producto	Valor del inventario		Ocupación - pallets		Rotación días	Lead time-semanas
PRODUCTO TERMINADO	TOTAL, PT	15.767.926.389	16,6%	2.130	15,8%	39,00	2
MATERIAS PRIMAS	TECNICOS	60.188.384.506	63,5%	5.482	40,7%	152,10	7
	SOLVENTES + AUXILIARES	15.047.096.126	15,9%	1.480	11,0%	61,00	4
EMPAQUES	ENVASES	3.009.993.690	3,2%	3.948	29,3%	121,00	2
	OTROS EMPAQUES	752.498.422	0,8%	440	3,3%	84,00	2
TOTAL		94.765.899.134	-	13.481	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

- **Productos terminados:** Son todos los productos resultantes de los procesos de manufactura ejecutados a partir de un plan de producción basado en la determinación de demanda, surgida a su vez de las reuniones S&OP. Con respecto a las ventas totales, los productos terminados se exportan en un 50.2% mientras en ventas nacionales alcanza el 49.8% de participación. Corresponden al 15.8% del total del almacenamiento y al 16.6% del valor del inventario.
- **Materias primas:** Son los ingredientes activos, solventes, tensoactivos, antiespumantes, colorantes, entre otros, esenciales en las formulaciones para la elaboración de productos terminados. En promedio el 80% de las materias primas son suministradas por empresas vinculadas al grupo Adama, especialmente desde China, con un tiempo promedio de reposición de 7 semanas. Corresponden al 51.7% del total del almacenamiento y al 79.4% del valor del inventario.
- **Materiales de empaque:** son todos aquellos materiales que sirven para contener en ellos las sustancias químicas producidas para conformar así los productos terminados; son principalmente los tambores, garrafas y bidones. Los proveedores de los envases están ubicados en Bogotá y Barranquilla quienes mantienen unos saldos mínimos en sus bodegas y tienen tiempo promedio de reposición de dos semanas. Corresponden al 32.6% del total del almacenamiento y al 3.97% del valor del inventario. Por el alto volumen de ocupación física son los productos que

proporcionalmente general mayo ocupación en bodegas, principalmente los envases que ocupan el 29.3% del total de pallets almacenadas.

3.2.2.3. Producción.

La producción en La compañía corresponde a los procesos de formulación de productos Agroquímicos en diferentes líneas de producción que trabajan en paralelo a tres turnos diarios y seis días a la semana. Las materias primas se mezclan de acuerdo con recetas específicas en tanques agitadores (con aspás internas) que homogenizan el contenido creando la sustancia final, que al ser empacada en la presentación correspondiente se convierte en el producto terminado. La capacidad productiva anual es de 68.608.000 kg-Lt como se presenta en la tabla 17. Capacidad de producción:

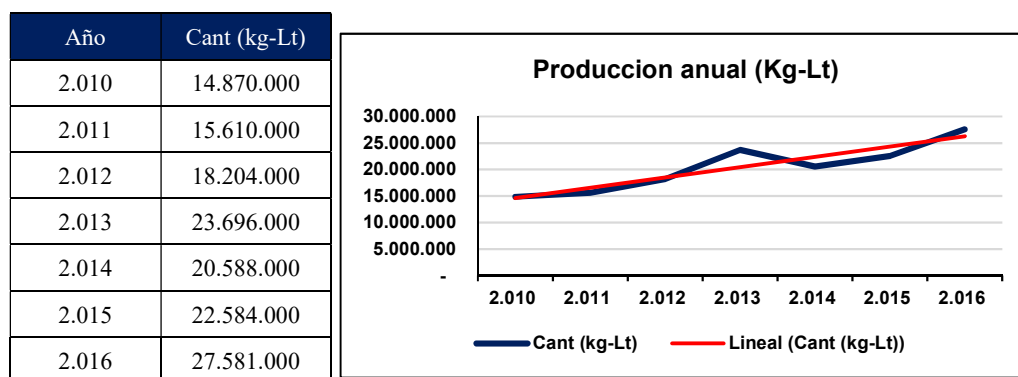
Tabla 17. Capacidad de producción

Tipo de proceso	Tipo de Formulación	Capacidad de formulación	Capacidad de formulación y empaque		
		Cantidad (Kg-Lt)	Cantidad (Kg-Lt)	Total, por tipo producto	% del total por tipo producto
Insecticidas/ Fungicidas	EC, SL, EW	5.340.000	3.738.000	7.266.000	15,1%
Insecticidas/ Fungicidas		5.040.000	3.528.000		
Herbicidas	EC, SL	39.700.000	27.790.000	40.759.600	84,9%
Herbicidas	SC	5.040.000	3.528.000		
Herbicidas (Pendimethaline)	EC	13.344.000	9.340.800		
Herbicidas (LRH)	SC	144.000	100.800		
TOTAL		68.608.000	48.025.600	48.025.600	100,0%
EC = Concentrado emulsionable; SL = Concentrados solubles; EW = emulsión acuosa; SC=Suspensión concentrada.					

Fuente: Archivo Adama

La producción anual ha crecido en un 85% pasando de 14.870.000 kg-lt en 2010 a 27.581.000 kg-Lt en 2016, requiriendo para ellos importantes inversiones en ampliación de áreas productivas y tecnología. Ver comportamiento en ilustración 37.

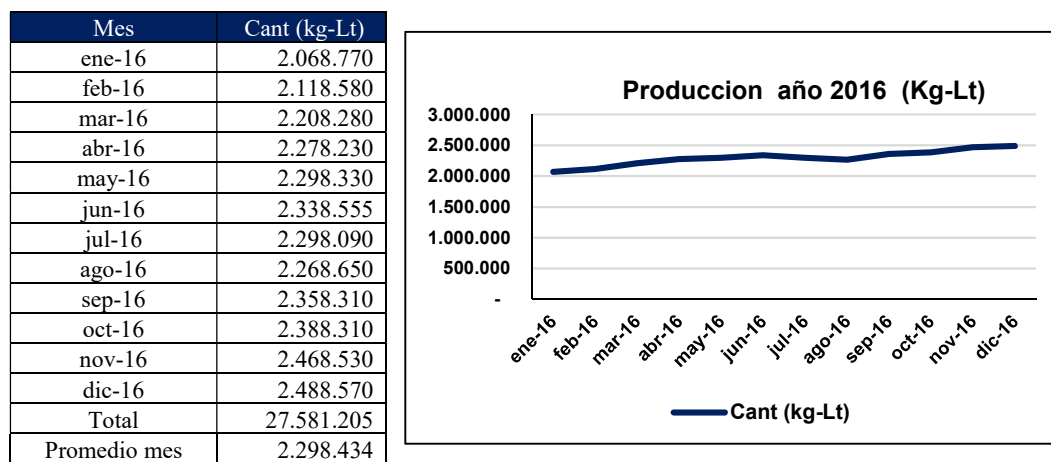
Ilustración 37. Producción anual



Fuente: Archivo Adama

La producción mensual en 2016 se ha mantenido muy estable, con tendencia positiva, y con un promedio mensual de 2.298.434 kg-Lt. Ver ilustración 38.

Ilustración 38. Producción mensual 2016



Fuente: Archivo Adama

De acuerdo con la tabla 5. Capacidad de producción, la capacidad instalada para formulación es de 68.6 millones de kg-Lt por año; en 2016 la producción fue de 27.6 millones de kg-Lt, es decir que la ocupación se encuentra en un 40.2% del total; de acuerdo con el Gerente de Producción, aunque se cuenta con las instalaciones y equipos suficientes para atender 68.6 millones de kg-Lt por año en formulación, técnicamente la capacidad real está definida por el proceso de envasado, condicionado por el número de llenadoras y sus rendimientos, es decir, que la capacidad real anual de producción

en producto terminado es de 48.02 millones de kg-Lt, lo que indica que la ocupación es del 57.4%; la capacidad ociosa del 42.6% está disponible para atender posible incremento de la demanda a corto plazo hasta 20.4 millones de kg-Lt año; la capacidad de envasado puede ser ampliada hasta la capacidad total de formulación con la adquisición de nuevas llenadoras. No obstante, la capacidad de producción, existen restricciones asociadas a las operaciones logísticas conexas al proceso productivo que ocasionan paradas, reprocesos, demoras y sobre costos, como son:

Con respecto a retrasos en el suministro de materiales por parte de almacén; de acuerdo con el gerente de Producción, mensualmente se pierden en promedio 16 horas productivas por factores asociados a la logística por dificultades en la ubicación y movilización de los productos requeridos para procesos productivos.

En cuanto a los reprocesos en productos MTO; en promedio el 4.5% de los pedidos make to order requieren ser reprocesados, especialmente en re etiquetados por cambios o confirmación de clientes a última hora, que implica nueva marcación e identificación de mercancías. Se efectúan movilizaciones extras de mercancías a diferentes zonas improvisadas para luego retornarlas a producción para su terminación.

Reprogramaciones al plan de producción por esperas en confirmación de cambios en pedidos MTO.

3.2.2.3.1. Planeación de la producción: A partir de las reuniones S&OP, en las cuales se define la demanda, se planea la producción para tres meses considerando de la siguiente manera:

- Se registran los pedidos en sistema SAP para correr el MRP y determinar requerimientos de materiales. En promedio mensual, el 6.4% del total de pedidos MTO generan cambios por ajuste en empaques y/o marcas de acuerdo con modificaciones de condiciones con el cliente.
- Se generan las solicitudes a compras para el abastecimiento.

- Se asignan los pedidos recibidos a las diferentes líneas de producción considerando las capacidades, tipo de sustancias, compatibilidad de sustancias consecutivas, fechas de compromiso de entrega, disponibilidad de componentes, especialmente.
- Se registran las ordenes de producción en sistema SAP.
- Se realizan dos revisiones semanales de seguimiento al plan de producción para revisar su comportamiento y ajustar lo pertinente en caso de ser necesario.

Como políticas de producción, el plan del mes en curso es fijo y debe incluir los pedidos que tengan la totalidad de componentes disponibles en inventario, con las excepciones ya expuestas frente a los pedidos MTO.

3.2.2.3.2. Ejecución de la producción: Los desarrollos de los procesos productivos se realizan en turnos de ocho horas; diariamente el Supervisor de producción entrega al Auxiliar de bodegas una copia de la órdenes de producción con el detalle de componentes para que proceda con el abastecimiento a las diferentes líneas de proceso, actividad que es dispendiosa teniendo en cuenta que los productos pueden estar en diferentes áreas el almacenamiento, con dificultades de acceso y desconocimiento de su ubicación, más aun cuando existe política FIFO. En términos generales, el formulador de producción recibe los productos suministrados por el auxiliar de bodegas, los verifica procede con la dosificación y formulación; una vez la mezcla está lista se toma una muestra por parte de área de calidad y mediante análisis de laboratorio se aprueban las sustancias para finalmente realizar el llenado o empaque. El auxiliar de bodegas recibe los productos terminados para llevarlos a la bodega respectiva o área provisional disponible.

3.2.2.3.3. Producto terminado: El objetivo fundamental de la producción es garantizar la disponibilidad de productos terminados en las cantidades, las fechas planeadas y especialmente con la calidad requerida. Los productos terminados son todos aquellos que se encuentran empacados en las presentaciones comerciales

definidas con los clientes o el mercado y debidamente marcados y etiquetados; en términos generales tienen dos destinos:

- Exportaciones: corresponden a los pedidos MTO y requieren trámites y logística
- Venta nacional: corresponden a generación de inventarios par atención de pedido MTS definidos partir de pronósticos RFC y otras decisiones que puedan ser tomadas en reuniones S&OP.

3.2.2.4. Distribución:

En la cadena de logística, el proceso de distribución es de vital importancia, ya que a través de este se hace posible gestionar la venta y entrega de productos terminados, tanto a nivel nacional como del exterior. Mediante la comercialización la Compañía logra posicionar los productos a partir de la acción de diferentes áreas para hacer que los productos lleguen a los distribuidores y consumidores:

- Función venta: Promoción de los productos a través de negociaciones con los clientes para lograr realizar transferencia comercial en cabeza de un Gerente de Ventas Nacional y un Gerente de Ventas al exterior.
- Función transporte: Es la movilización de los productos hasta las instalaciones del cliente para cerrar la venta. En La compañía existen básicamente dos modalidades: camiones para despacho por carretera y entrega nacional, y marítima para ventas al exterior mediante el despacho en contenedores e isotanques.
- La financiación: que provee la forma de disponer y cumplir con los valores pactados entre La compañía y los clientes.
- Toma de riesgos: implica la toma de decisiones respecto a la incertidumbre de la demanda y de las operaciones productivas y logísticas.

3.2.2.4.1. Comercialización: Esta tiene dos modelos complementarios relacionados con el destino de las mercancías, aunque en esencia se trata lograr al máximo que todos los negocios surjan.

- Exportaciones: son los pedidos make to order recibidos para despachos a exterior a clientes directos, vinculados y terceros. Corresponde al 50.2% de las ventas; aunque la totalidad de los clientes son entidades con las que La compañía realiza frecuentes relaciones comerciales, y que a su vez pueden ser distribuidores, eventualmente, por razones financieras, técnicas o legales, se hace necesario efectuar ventas a clientes finales, situación que por lo general se da en el proceso de producción o facturación, generando demoras o reprocesos; esta situación se presenta en promedio en el 33% de los clientes de exportación; no obstante el impacto generado, se genera confianza por parte de los clientes directos y vinculados, por lo cual se crea fidelidad de éstos. Los pedidos de exportación son realizados por Gerente de venta al exterior.
- Ventas nacionales: son el 49.8% de las ventas totales y están constituidos por los pedidos MTS realizados por los distribuidores y clientes cultivadores de minifundio (arroz, caña, palma, banano) en Colombia, quienes son atendidos por ingenieros agrónomos denominados Representantes Técnicos comerciales (RTC), responsables no solo de impulsar las ventas de manera directa, sino que además están entrenados para desarrollar pruebas de aplicación en campo con grupos de personal de apoyo y en acuerdo con cultivadores, clientes y distribuidores. El 21% de los clientes nacionales están clasificados como “Royal Club” y corresponden al 83% de las ventas nacionales. Las acciones para determinar el RFC están concentradas en los clientes Royal Club a través del Planeador de demanda, quien ha desarrollado y ejecutado diversos proyectos de manejo compartido de información de inventarios y manejo de información para cálculo del RFC.

3.2.2.4.2. Transporte: Se cuenta con los servicios especializados en transporte, tanto nacional (terrestre) como exportaciones (navieras). Son cuatro (4) las transportadoras nacionales especializadas en el manejo de sustancias peligrosas, con las cuales se tienen acuerdos y contratos especiales que garantizan la disponibilidad de

vehículos para cubrir rutas en el territorio nacional y traslados al puerto de Barranquilla;

- Despachos nacionales: Se consolidan pedidos por regiones de acuerdo con la disponibilidad de producto y se despachan en camiones; por lo general en un mismo camión se despachan mercancías de varios clientes ubicados en una misma ruta o región. Las operaciones de cargue de camiones tienen prioridad sobre cualquier operación de recepción de mercancías por la complejidad de alistamiento y por la necesidad de evacuar áreas de almacenamiento, considerando además el objetivo de cumplir los requerimientos de entrega del cliente. El modelo actual de transporte para despachos nacionales cubre el 100% de los requerimientos en oportunidad y disponibilidad, que en promedio son 285 camiones por mes.
- Exportaciones: tiene un componente mixto; en primera instancia se requieren el traslado de contenedores vía terrestre en tracto mulas de la La compañía hasta el puerto de Barraquilla, con disponibilidad 100% de camiones. Aun cuando las mercancías se consideran sustancias peligrosas, desde el punto de vista de exportaciones no tiene mayores dificultades en cuanto al transporte marítimo por ser de baja toxicidad y riesgo; La compañía cuenta con excelentes relaciones con las más importantes navieras y efectúa despachos semanalmente; las únicas restricciones para el despacho de mercancías están dadas por la dificultad en la ubicación y la movilización interna de productos. La modalidad de transporte garantiza el 100% de los requerimientos.

De acuerdo con lo anterior, el modelo de transporte en La compañía favorece el manejo de inventarios ya que permite efectuar los despachos inmediatamente los productos quedan disponibles.

3.2.2.5. Servicio al cliente: Adama Andina cuenta con un departamento de Servicio al cliente, liderado por el Gerente de Planeación y logística, encargado de recibir los pedidos, consolidarlos, comunicarlos internamente y mantener informado al

cliente respecto a éstos, obligando a los funcionarios de esta área a mantenerse muy informados en los diferentes aspectos de la cadena logística. Se cuenta con protocolos de toma de pedidos, pero generalmente sufren excepciones por la misma dinámica del negocio de La compañía de confirmar todos los negocios que se presenten, lo que afecta la disponibilidad de productos para la producción, afectando el plan y generando demoras y reprocesos. Se cuenta con un modelo de comunicación denominada voz del cliente (VOC) y Peticiones quejas y reclamos (PQR) a través de personal especializado que interactúa por medio de canales de comunicación telefónica, web y móvil. Para La compañía es cliente el objetivo fundamental, y de cara a éste se mueven y planean todas las actividades logísticas, productivas y administrativas, lo que finalmente permitirá el alcance de los objetivos financieros y de desarrollo. Para el año 2016, el nivel de servicio está en el 86% para despachos nacionales y 83% para exportaciones; está compuesto por la evaluación de entregas completas (IN FULL), oportunas (ON TIME) y documentación completa. La calidad de los productos es compromiso corporativo y no hace parte de la fórmula que mide el nivel de servicio; un pedido con falla de calidad tiene nivel de servicio cero (0). El proceso de captura de pedido MTS es muy sencillo, basado en una herramienta tecnológica llamada GIITIC que permite a través de equipos móviles, vía web, capturar los pedidos en línea y ver información del cliente y del inventario. La toma de pedidos MTS es bastante compleja, se basa en formatos pre diseñados, con información que se va construyendo en el tiempo y con modelo de comunicación por email al grupo de interesados.

3.2.3. Análisis de la situación actual

Con la información obtenida a partir de las entrevistas y la recolección de datos, y con base en los conceptos de Gestión Logística de inventarios expuestos en el marco teórico, ha sido posible conocer la incidencia del desempeño de las diferentes áreas de La compañía que intervienen en el estado de los inventarios; esta información a

continuación se analizada de manera integrada a fin de emitir un diagnóstico y propuesta de mejora.

3.2.3.1. Abastecimiento:

Los pedidos MTS corresponden al 49.8% de las ventas totales y el nivel de asertividad del RFC es del 67.2%, es decir, que al considerar el total de pedidos se determina una incertidumbre del 16.3%, tal como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Cumplimiento total del RFC

Tipo pedido	Peso del pedido en ventas	% RFC por tipo pedido	% RFC total
MTS	49,8%	67,2%	33,5%
MTO	50,2%	100,0%	50,2%
Total RFC	83,7%		
Incertidumbre	100% - 83,7% = 16,3%		

Fuente: Elaboración propia

Adama Andina ha demostrado su preocupación por tratar de alcanzar el máximo nivel de asertividad del pronóstico de ventas en los diferentes periodos, asignando los recursos y esfuerzos necesarios para tal fin; las fuentes de información en la cadena logística, el procesamiento de datos a través sistemas de cómputo, el uso de modelos estadísticos y el análisis integrado de información a través de expertos muestran que los niveles de pronósticos de RFC para pedidos MTS han alcanzado un valor máximo de 70% y un promedio el 67.2% para el año 2016, indicando que es muy difícil en el corto plazo lograr mejoras significativas. Se requiere una herramienta de apoyo para atender esas variaciones de la demanda que facilite el abastecimiento oportuno, pero que a la vez controle el inventario, los tiempos adecuados para lanzar los pedidos, el lead time de los productos y con ayudas visuales para facilitar los análisis y decisiones de los responsables de compras.

No obstante, el nivel de asertividad de los pedidos MTS, se cuenta con un modelo de gestión desarrollado y organizado para su atención, que inicia en los vendedores, se capturan y aprueban “on line” y se registran automáticamente en el sistema SAP, quedando disponibles para el control de la demanda, la facturación y la entrega final; todos los productos y clientes son existentes en sistema SAP. La gestión de pedidos

MTO, que en teoría son los que toda empresa quisiera tener por ofrecer la facilidad de planear su producción, son atendidos basado en la política comercial de “aceptar todos los pedidos recibidos”, con una estructura de comunicación deficiente, mediante la cual todas las áreas trabajan de manera independiente y en “serie”, es decir de manera reactiva cuando son requeridas por el cliente inmediato; el análisis de pedidos MTO corresponde a 50.2% del total de las ventas, de los cuales el 31.3% requiere creación de clientes y el 21.5% no tiene productos creados, indicadores que demuestran la necesidad de mantener política de atención de pedidos MTO pero también la urgencia de desarrollar un modelo de gestión de pedidos adecuado, basado en la comunicación efectiva y la gestión de procesos en paralelo.

El proceso de compras de importación está beneficiado por la centralización de requerimientos en casa matriz, con la posibilidad de abastecimiento desde otras empresas del grupo y/o de proveedores con los cuales se tiene alto poder de negociación por volumen de compras a nivel mundial, con máximo lead time de 8 semanas; las compras nacionales son básicamente materiales de empaques y algunas materias primas auxiliares cuyo lead time mayor de dos semanas; la política general de mantener en bodegas cobertura del inventario de tres meses, es decir, 12 semanas, origina un 50% de tiempo adicional al lead time importaciones y al 500% de las compras nacionales, que finalmente ocasiona niveles innecesarios; a lo anterior se suma la falta de una herramienta administrativa para gestionar los aprovisionamientos adecuados y oportunos. Se requiere de una herramienta que permita determinar los saldos mínimos de inventarios que deben mantener en bodega, las cantidades a pedir y el momento adecuado de lanzar los pedidos, ajustados a la velocidad de salidas de productos y lead time de proveedores y que brinde mensajes de ayuda para facilitar los análisis y decisiones de los funcionarios responsables.

3.2.3.2. Almacenamiento

El almacenamiento en La compañía es caótico, con una ocupación de 13.841 pallets está excedido en 5.338 unidades con respecto a la capacidad de 8.143, requiere revisión inmediata en las diferentes áreas que inciden en éste, bajo el enfoque de la interacción

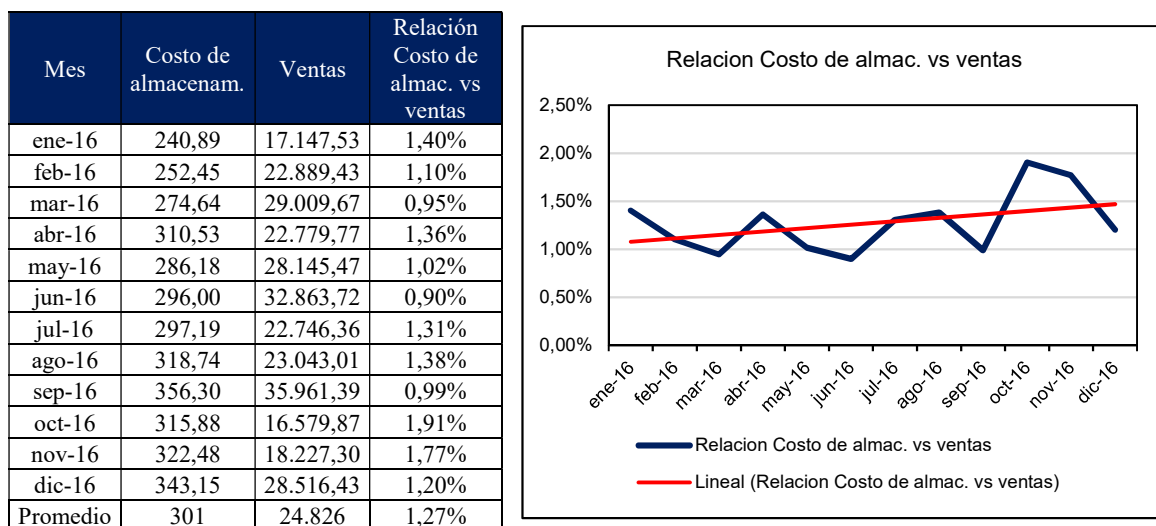
de responsables en la cadena logística. A continuación, se presenta análisis de acuerdo los indicadores de gestión:

- La rotación del inventario total es de 139.5 días y el máximo lead time de reaprovisionamiento es de 56 días (8 semanas), lo que indica que se tiene un exceso de inventarios de 83.5 días.
- Con el máximo lead time de reaprovisionamiento de 56 días (8 semanas) la rotación ideal del inventario debería ser de 6.52 veces, que resulta de dividir 365 días entre 56 días. La rotación del inventario actual es de 2.62 veces, lo que indica que el inventario deja de rotar 3.9 veces evidenciando su prolongada permanencia, la acumulación y el exceso.
- El indicador de vejez del inventario indica el alto nivel de productos bloqueados, pasando de \$390.5 millones enero de 2016 a \$1.867.56 millones en diciembre de 2016, lo que demuestra un crecimiento de aproximadamente 5 veces, síntomas de problemas en la gestión de los mismos.
- La cobertura del inventario, es decir, el tiempo que en promedio está disponible en bodega, en diciembre de 2016 terminó en 145 días, superando en 5.5 días los 139.5 días de la rotación del inventario total, indicando exceso de inventarios, sobrepasando aún la política interna de 90 días.
- El indicador de días en inventario expresa que en promedio los inventarios duran 114.5 días en bodega, tomando como base los inventarios promedio y las ventas promedio; es demasiado alto si se considera que el máximo lead time de reaprovisionamiento es de 56 días, que los pedidos MTO son para despachar inmediatamente son fabricados y que los pedidos MTS generan únicamente el 16.3% de la incertidumbre en el inventario total.
- El valor económico del inventario indica que en promedio se vende el 20.6% del inventario, con cifras del 9.5% en noviembre de 2016 y 17.8% en diciembre de

2016, expresando disminución en la relación del costo de los inventarios vendidos entre el valor del inventario físico, demostrando acumulación y exceso de éste.

- La exactitud del inventario del 99.9% indica que no hay pérdidas por sustracción, pero las acciones tomadas para efectuar los conteos y conciliaciones son dispendiosas y complejas. Esta exactitud incluye los productos bloqueados que corresponden a mercancías que ha sufrido daños, vencimiento y deterioro.
- Las tendencias de crecimiento del costo de almacenamiento respecto de las ventas demuestran que el dicho costo crece en una proporción mayor al crecimiento de éstas, es decir, las utilidades se ven disminuidas y se evidencia que proporcionalmente existen costos adicionales en la gestión de inventarios (ver ilustración 39).

Ilustración 39. Relación costo almacenamiento vs ventas

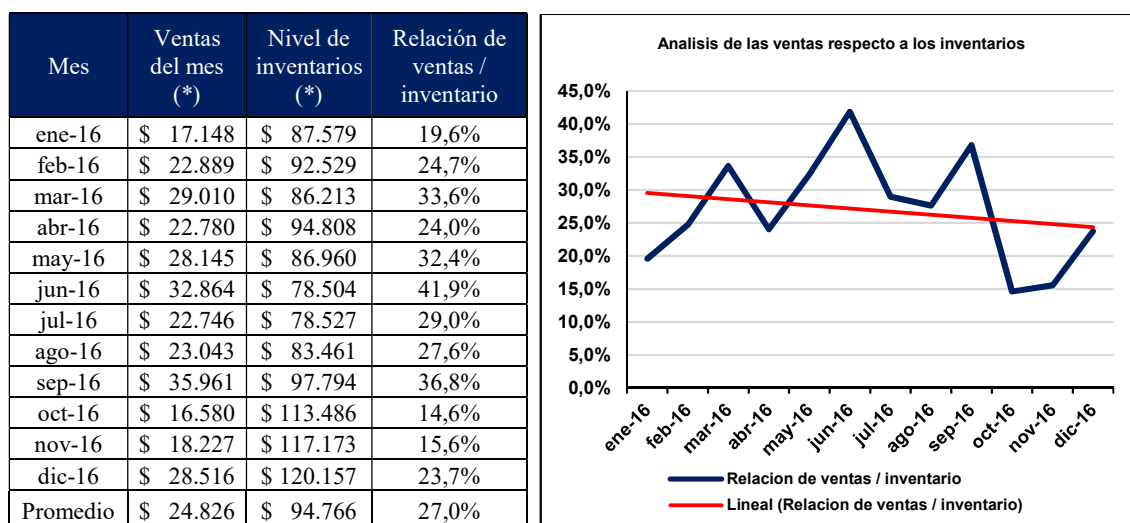


(*) Valores expresados en miles

Fuente: Elaboración propia

- Al observarse la ilustración 40, la relación de las ventas respecto de los inventarios tiene un valor promedio de 27% pero con tendencia negativa, indicando que con el paso del tiempo las ventas proporcionalmente se hacen inferiores y/o que los inventarios se hacen proporcionalmente superiores, lo que concluye en una acumulación permanente de productos.

Ilustración 40. Análisis de las ventas respecto a los inventarios



(*) Valores expresados en millones

Fuente: Elaboración propia

- Los envases equivalen al 3.2% del inventario total y la ocupación en bodegas es del 29.3% del total; tienen una rotación 121 días y su lead time es de 14 días (2 semanas), es decir, que en promedio se tiene un exceso de inventario de 107 días con altísima ocupación en bodegas; es necesario revisar la permanencia y comportamiento de los envases para optimizar saldos. Nuevamente se identifica la necesidad de una herramienta para controlar los inventarios y gestionar su reaprovisionamiento, capaz de emitir mensajes de ayuda que faciliten los análisis y decisiones de los analistas.
- Al revisar la política de edad del inventario, se ha encontrado que el tiempo denominado como “normal” de 120 días debe ser el máximo de permanencia en bodegas de acuerdo con el tipo de producto así: a) para producción se requieren 56 días del máximo lead time de los proveedores, 30 días como máximo para garantizar disponibilidad de producto al inicio del mes, 14 días para cubrir el 16% de incertidumbre que generan los pedidos MTS y 20 días para el procesamiento productivo, y b) para ventas: 90 días de permanencia para cubrir demanda definida en reuniones S&OP y la incertidumbre del RFC generado por pedidos MTS, para favorecer las corridas de producción según tipo de molécula y disponibilidad de líneas de proceso, y 30 días para cerrar trámites comerciales y aduaneros,

legalización de productos, gestión de cartera, consolidación, ruteo y despacho. Se puede concluir entonces, que, según el indicador de edad del inventario, el 38.93% de los inventarios están en exceso, equivalentes a \$ 46.777 millones y una sobre ocupación en bodegas de 5.530 posiciones de pallets. En el modelo actual no se cuenta con una herramienta para controlar los inventarios de acuerdo con su edad, valor y ocupación integrados.

3.2.3.3. Producción

La capacidad total de producción instalada de 48.025.600 kg-Lt garantiza la producción de 27.581.000 kg-Lt anual y un posible incremento de 20.444.600 Kg-Lts. Es necesario resolver el abastecimiento de materiales generados por la dificultad que registran los auxiliares de Almacén para su ubicación y movilización oportunas para evitar demoras en la entrega de productos terminados. Las reuniones de seguimiento semanales permiten mantener el control en la ejecución del plan de producción.

3.2.3.4. Distribución

3.2.3.4.1. Comercialización: Los pedidos MTS corresponden a ventas nacionales cuya metodología de procesamiento está muy bien estructurado, pero presenta problemas en la asertividad del pronóstico para el cual existe el modelo DBR como posible alternativa de solución. Los pedidos MTO corresponden a ventas de exportación que generan en promedio el 50.2% de las ventas; en su ejecución, se identifican serias dificultades de comunicación y coordinación entre las diferentes áreas, evidenciadas en reprocesos, sobre costos, aprovisionamientos urgentes, trámites de registros de última hora y retrasos, que indican la necesidad de revisión e intervención para adecuarlo a las necesidades de la Compañía.

3.2.3.4.2. Transporte: el modelo de distribución esta soportado con proveedores logísticos y de transporte confiables, con capacidad de atención inmediata y alto nivel de servicio; no existen dificultades en procesos de distribución.

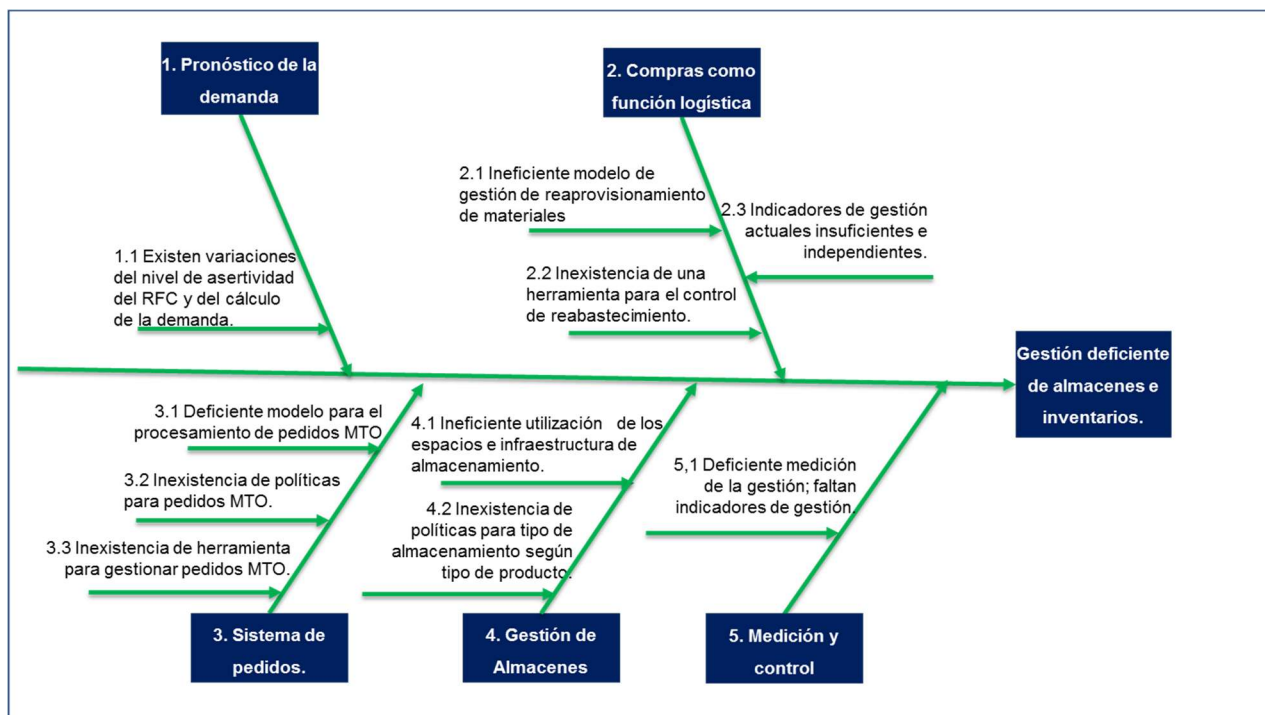
3.2.3.5. Consideraciones finales:

La compañía cuenta con herramientas tecnológicas para la planeación de su demanda, pero las políticas actuales no favorecen su optimización, evidenciándose en la baja exactitud del Rolling Forecast; además, la gestión de pedidos Make to order desconoce el sobre esfuerzo realizado por las áreas para cumplir con las condiciones comerciales, quienes desarrollan sus actividades sin políticas que direccionen el proceso; en cuanto al aprovisionamiento, las políticas actuales están alineadas a garantizar la disponibilidad de tres meses de inventario para todos los productos, sin considerar las particularidades de los productos, los tiempos de reaprovisionamiento de los proveedores y la demanda, lo cual, sumado a la baja exactitud del pronóstico, y la ausencia de una herramienta que mejore la certeza del reabastecimiento, impacta en el incremento de los inventarios, y genera dificultades de manejo de almacenes, donde se reitera la ausencia de políticas que clasifiquen los productos según sus tipos de almacenamiento, que permita mejorar la utilización de los espacios e infraestructura de bodegas. Además, a lo largo de toda la gestión de inventarios y almacenes, se observa que los indicadores se obtienen y analizan de manera individual y con enfoque táctico – operativo, donde las decisiones que se toman son puntuales y enfocadas a mejorar cada indicador por separado.

3.2.4. Conclusiones de la situación actual

Una vez revisados los diferentes componentes de la cadena logística de La compañía, y su incidencia sobre los inventarios, se presenta en la ilustración 41 un análisis tipo causa-efecto para resumir la relación entre los elementos del modelo actual y las causas de la problemática.

Ilustración 41. Análisis causa – efecto de la situación actual de Adama Andina



Fuente: Elaboración propia

De la ilustración anterior se pueden identificar las causas que están afectando el desempeño de la gestión de inventarios y el almacenamiento de los productos, las cuales son descritas en la siguiente tabla:

Tabla 19. Relación de causas que afectan la gestión de inventarios en Adama Andina

Componente del modelo actual	Sub componente susceptible de mejora	Causas a solucionar
Logística de abastecimiento.	Pronóstico de la demanda	Modelo de pronósticos 1.1 Existen variaciones del nivel de asertividad del RFC y del cálculo de la demanda.
	Compras	Revisión de requerimientos y control de abastecimiento. 2.1 Ineficiente modelo de gestión de reaprovisionamiento de materiales 2.2 Inexistencia de una herramienta para el control de reabastecimiento. 2.3 Indicadores de gestión actuales insuficientes e independientes.

Componente del modelo actual	Sub componente susceptible de mejora	Causas a solucionar
	Pedidos.	<p>Sistema de pedidos MTO</p> <p>3.1 Deficiente modelo para el procesamiento de pedidos MTO</p> <p>3.2 Inexistencia de políticas para pedidos MTO.</p> <p>3.3 Inexistencia de herramienta para gestionar pedidos MTO</p>
Almacenamiento	Gestión de Almacenes	<p>4.1 Ineficiente utilización de los espacios e infraestructura de almacenamiento.</p> <p>4.2 Inexistencia de políticas para tipo de almacenamiento según tipo de producto.</p>
Medición y control	Indicadores de gestión	<p>5.1 No se mide la gestión logística de inventarios.</p>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los análisis efectuados se ha podido identificar que en La compañía:

- Existe un problema de exceso de inventarios; tomando como base el tiempo máximo promedio de reabastecimiento de siete semanas (49 días), los indicadores de gestión demuestran que: a) la rotación inventarios actual es de 2.62 veces cuando podría ser de 7.45 veces, b) la rotación del inventarios es de 139.5 días indicando un exceso promedio de 90.5 días, c) la edad del inventario expresan que logísticamente el 38.9% de éstos permanecen en bodegas más de 120 días, d) la cobertura del inventario de 105.1 días refleja un exceso en 56.1 días, e) según el indicador de días en inventario, éstos permanecen en promedio 102,2 días, con excedo de 53,2 días; y f) el índice de ocupación de bodegas refleja un exceso del 65.6% con un volumen de 13.481 pallets en bodegas frente a una capacidad de 8.143 pallets.
- La compañía no logra responder oportunamente a las variaciones de la demanda, lo cual se representa en la baja asertividad del RFC en pedidos MTS y en el sobre esfuerzo administrativo realizado para dar cumplimiento a los compromisos con los clientes de este tipo de pedidos.
- Se observa ineficacia en la administración física de materiales, donde las políticas definidas no son apropiadas a la capacidad de las bodegas y versatilidad

de las herramientas de trabajo como los pallets, estantes y los mismos productos a almacenar.

- Las áreas involucradas en la gestión de abastecimiento pueden mejorar su interacción en función del cumplimiento de la promesa comercial a los clientes, ya que se observa informalidad en los procesos de comunicación interna y manejo de la información de los pedidos.
- La medición y seguimiento de la gestión de inventarios que actualmente maneja La compañía no es suficiente y está orientado a revisiones y análisis individuales, dejando a un lado la visión sistémica de toda la cadena logística; se observó que, para medir su desempeño, en el diagnóstico el equipo investigador tuvo que recopilar los datos y elaborar algunos indicadores.

3.3. PROPUESTA DE MEJORAS A LA GESTIÓN DEL MODELO DE INVENTARIOS

En este capítulo, se describe la propuesta de mejoras a la gestión del modelo de inventarios, el cual tiene como objetivo la solución los problemas relacionados con el manejo de los pedidos MTO, su rotura y exceso y las deficiencias en el almacenamiento de los productos.

Esta propuesta tiene como base el análisis realizado de la situación actual de Adama Andina, en el cual se revisaron los procesos de: a) Gestión comercial, b) Planeación de la Operación, c) Gestión de compras, y d) Logística, lo cual permitió identificar los elementos clave que integran el modelo implementado actualmente y las oportunidades de mejora para estructurar la propuesta de gestión de inventarios.

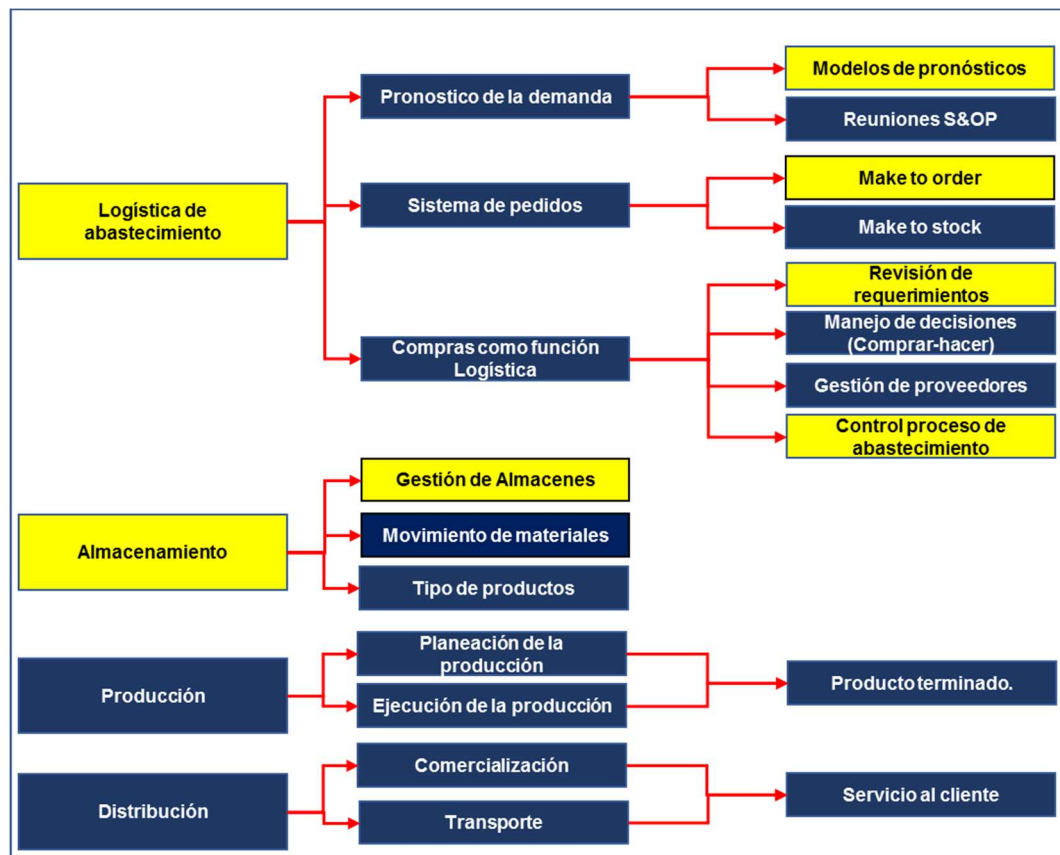
El desarrollo del mismo está planteado desde tres factores clave para la adecuada administración de inventarios: a) mantener un adecuado ciclo de abastecimiento de materiales, b) la fabricación de productos sobre pedidos (Make-To-Order) y, c) la optimización de las áreas de almacenamiento. La propuesta está compuesta por una herramienta de administración de los pedidos MTO, una herramienta de seguimiento y control para el reabastecimiento de productos, una propuesta para mejorar el almacenamiento y políticas de gestión correspondientes.

3.3.1. Estructura de la propuesta de mejora.

Como se pudo determinar en el capítulo de diagnóstico, el resultado de los inventarios se define a partir de la gestión de las diferentes áreas que inciden sobre éstos y que hacen parte de su cadena de abastecimiento, la que a su vez coincide con el Modelo de Gestión Logística de inventarios planteados en el marco teórico. La compañía adquiere diversos materiales para transformarlos en productos terminados con el objetivo de comercializarlos y entregarlos a sus clientes por medio del apoyo logístico de almacenes y sistema de distribución. Los componentes del modelo son: la

logística de abastecimiento, el almacenamiento, la producción y la distribución. En la ilustración 42 se puede observar el Modelo de Gestión Logística de La compañía, en el cual se resalta en amarillo los componentes que requieren ser intervenidos para la mejora de su desempeño.

Ilustración 42. Modelo de Gestión de Inventarios Adama Andina – elementos a intervenir



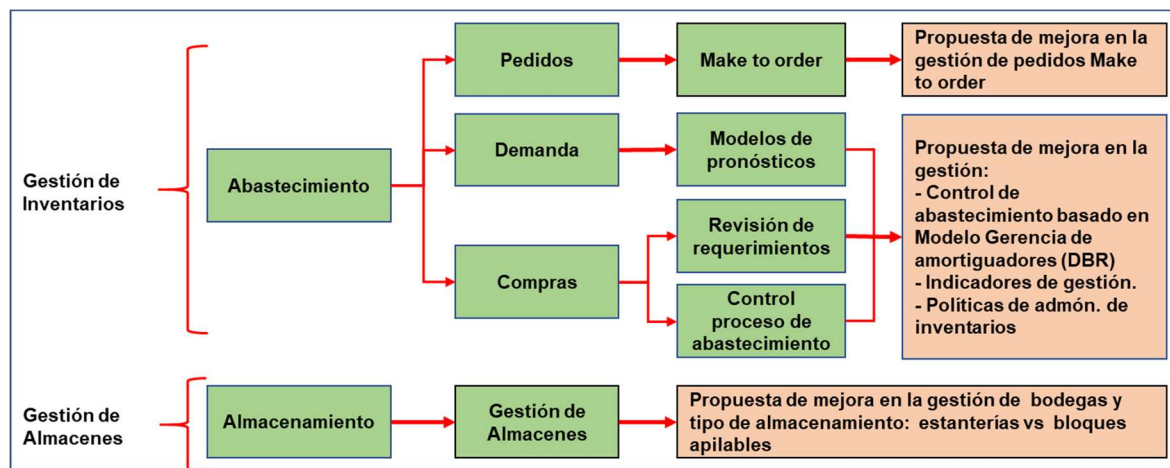
Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de las mejoras propuestas se enfoca en dos aspectos generales: el primero corresponde a la gestión de inventarios, que implica las actividades de logística de abastecimiento, específicamente los modelos de pronósticos, el manejo de pedidos MTO, la revisión de requerimientos y el control del proceso de abastecimiento, para mantener los niveles óptimos de inventarios, y el segundo, es la gestión de almacenes, que implica las estructuras físicas, técnicas y recursos para garantizar el adecuado almacenamiento de las mercancías.

Para la Gestión de Inventarios, se aplicarán como bases teóricas la definición de políticas de inventarios y la aplicación del modelo de gerencia de amortiguadores, ya que, como se explicó en el análisis y conclusiones del marco teórico, éstas favorecen la estandarización y eficiencia del abastecimiento desde un enfoque holístico; por otro lado, en cuanto a la gestión de almacenes, se aplicarán buenas prácticas para la optimización del uso de las bodegas, de tal forma que primero se aproveche al máximo la capacidad instalada antes de tomar la decisión de adquirir o contratar espacios adicionales.

A partir de los resultados del diagnóstico basado en el modelo de gestión logística de inventarios de La compañía y con soporte en los conceptos del marco teórico se proponen mejoras para la gestión de inventarios. La siguiente ilustración muestra los elementos del modelo que en la ilustración 42 están resaltados en amarillo, y representan aquellos en los cuales estarán enfocadas las propuestas, las cuales se resumen en los cuadros de color naranja:

Ilustración 43. Elementos del Modelo actual como base para la propuesta



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen las propuestas de mejora en función a los elementos anteriormente mencionados:

- Gestión de inventarios: corresponde a las propuestas con acciones administrativas sobre los componentes de la logística de abastecimiento que se identificaron requieren intervención de mejora:
 - Una propuesta de administración de pedidos MTO con enfoque sistémico.
 - Una propuesta de herramienta para controlar el abastecimiento de materiales basado en la teoría de Gerencia de amortiguadores (DBR), a fin de gestionar los inventarios frente a la variación de los pronósticos de la demanda y que facilite su gestión y control.
 - Una propuesta de política de inventarios como soporte de su adecuada administración.
- Gestión de almacenes: corresponde a una propuesta de optimización de bodegas y tipo de almacenamiento que busca optimizar el almacenamiento de materiales en estanterías o piso de acuerdo con su capacidad de apilamiento.
- Medición y control: Propuesta de mejora que consiste en diseñar los indicadores de gestión requeridos para realizar la medición y el control del desempeño de sus inventarios.

Teniendo en cuenta la ilustración 43 Elementos del Modelo actual como base para la propuesta, se procede a explicar cada una de las acciones de mejora:

3.3.2. Propuesta para la gestión de inventarios

3.3.2.1. Administración de pedidos make to order (MTO).

De acuerdo con el análisis de la situación actual se identifica la necesidad de establecer mejoras en la atención de pedido MTO que permita la obtención de la información desde el inicio del proceso.

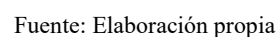
Como se puso observar en el capítulo de diagnóstico, en la gestión de pedidos MTO de Adama Andina se identifica la equifinalidad de las diferentes áreas para “vender” los productos fabricados, pero distanciadas mediante la ejecución de actividades

individuales, consecutivas y reactivas. Como base de la propuesta se ha identificado entonces el modelo de la teoría general de sistemas, y una vez analizada la gestión actual de pedidos MTO, se busca identificar los diferentes componentes del sistema para organizarlos funcional y sinérgicamente, identificando la necesidad de generar un documento para consolidar desde la Gerencia Comercial el pedido de manera oportuna y con la información necesaria para que las áreas que siguen en la cadena puedan iniciar a tiempo sus respectivas actividades. Se decide informar a los responsables el objetivo de desarrollar las mejoras en el procesamiento de pedidos MTO según las características antes mencionadas y se les consulta la información que requieren para atender dicho tipo de pedidos. Las respuestas de los involucrados se resumen como se presenta a continuación:

- Gerencia de Ventas: debe asegurar toda la información requerida por las diferentes áreas para que pueda procesar el pedido; principalmente:
 - Verificar que el cliente se encuentre activo: creado, aprobado, con cupo de crédito y con estudio Sarlaft favorable y vigente. Se debe solicitar al cliente los documentos para su activación o actualización según sea necesario.
 - Determinar los productos, cantidades, presentaciones y unidades empaque y embalaje. En caso de productos nuevos se requiere conocer el nombre específico y la formulación respectiva.
 - Para productos nuevos se debe definir el modelo de las etiquetas de productos y obtener aprobación de arte final por parte del cliente.
 - Confirmar la hoja de datos de seguridad del producto con el cliente. En caso de productos nuevos debe ser solicitada al cliente.
 - Comprometer tiempos de entrega acordes a disponibilidad de materiales y disponibilidad de líneas de producción; este tema puede ser definido en conjunto con el Analista de planeación.
- El Gerente de ventas Informa los detalles del pedido a los interesados adjuntando el arte de la etiqueta y la hoja de datos de seguridad de producto según correspondan:

- Gerencia de Cartera / Analista de Facturación: información para realizar Estudios financiero y Sarlaft, la creación de cliente nuevo, solicitar garantías y aprobar el cupo de crédito.
 - Comercio Exterior: toda la información que permita identificar e iniciar los procesos aduaneros de nacionalización y de exportación, de acuerdo con los procedimientos, formatos, listas de chequeo, inspecciones, documentos básicos, incoterms, puertos de origen y de destino.
 - Analista de Planeación: información necesaria para verificar la disponibilidad de productos, identificar las necesidades de abastecimiento, planear línea de producción respectiva, crear los registros correspondientes en sistema SAP y emitir comunicaciones.
 - Jefe de Logística: Información de empaque y embalaje, condiciones especiales de despacho para determinar tipo de transporte, etiquetado y rotulado.
- El Gerente de Cartera coordina estudios financieros y Sarlaft del cliente, tramita la activación o actualización del cliente según sea necesario y finalmente confirma a los interesados el estado de aprobación financiera del pedido.
 - El Analista de planeación define los tiempos factibles de entrega del pedido de acuerdo con las programaciones de líneas de producción y la disponibilidad de materiales; además verifica en sistema SAP los productos del pedido, creando las listas de materiales que sean necesarias. Finalmente informa fechas y códigos a los interesados.
 - Una vez recibidas las respuestas de las diferentes áreas se desarrolla el formato preliminar FV-005-025 SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO), que se encuentra en el anexo 3, el cual incluye la información consolidada y ordenada de pedido, el instructivo y la política de productos nuevos; por último, el Gerente de Ventas envía el FV-005-025 SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO) a los interesados para su procesamiento según corresponda.
 - El Analista de planeación registra en el Sistema SAP: el pedido de producción, el pedido de materiales de compras que sean necesarios y la orden de producción para programación de la línea de proceso respectiva.

Ilustración 44. Mejora propuesta para la gestión de pedidos MTO



De acuerdo con lo anterior, se proponen las siguientes mejoras en la gestión de pedidos MTO, el cual se basa en los siguientes aspectos:

- Atender los pedidos MTO, con las urgencias que los caracterizan.
- Obtener la información del pedido con inmediatez a través de una herramienta / formato estándar.
- Comunicar oportunamente la información del pedido a todas las áreas interesadas. Generar alerta a las áreas involucradas en proceso de atención del pedido para que emitan comunicaciones, conceptos y consultas que correspondan.
- Facilitar la planeación y ejecución de los trámites intermedios como creación de productos, creación de clientes, revisión del plan de producción por integración del nuevo pedido, planeación de operaciones logísticas.
- Enfocar las estrategias de comunicación a la activación simultánea de procesos a partir de las aprobaciones emitidas por la Gerencia Financiera y Gerencia de Cartera.
- Despachar productos dentro de los tiempos requeridos por el cliente.
- Ejecutar tareas planeadas y coordinadas.
- Eliminar reprocesos, esperas, incumplimientos, sobre costos y despeje de áreas de almacenamiento.

3.3.2.1.1. Análisis de la propuesta de gestión de pedidos MTO. Desde la perspectiva de la teoría general de sistemas, complementada con el Modelo de Gestión Logística de inventarios representada en la ilustración 43, la propuesta diseñada identifica e integra las diferentes áreas de la compañía, con el objetivo de cumplir la entrega a sus clientes dentro de los tiempos esperados, eliminando el caos, el estrés y los sobrecostos del método actual. Al contar con el formato de pedido MTO se identifica la información y documentación necesarias, de tal forma que el Gerente de ventas tiene la posibilidad de lanzar el pedido con suficiencia para que sea atendido en una red de operaciones paralelas ejecutadas por las diferentes áreas hasta el

cumplimiento de la entrega. En la tabla 20 se describe la síntesis de las entrevistas, el componente de la propuesta y el impacto o resultado.

Tabla 20. Análisis de entrevistas

Entrevistado	Contenido de la entrevista	Propuesta	Resultados de la propuesta
Gerente de Ventas	<ul style="list-style-type: none"> - Lo importante es confirmar la venta, luego se ajustan los detalles del pedido. - Los interesados deben solicitar la información que requieran. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar primero los detalles del pedido. - Diligenciar formato de pedido MTO. - Obtener desde el principio los documentos de clientes y materiales nuevos según corresponda. 	La entrada del proceso cuenta con la información necesaria para que los demás miembros de la cadena ejecuten sus actividades simultáneamente.
Analista de planeación.	<ul style="list-style-type: none"> - Los pedidos MTO se confirman aun cuando la creación de clientes y/o materiales no se han realizado. - Los pedidos MTO se confirman aun estando incompletos y generan improvisaciones en el proceso de abastecimiento de materiales y programación de líneas de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los pedidos MTO se confirman simultáneamente con la creación de clientes y/o productos nuevos. - Los pedidos MTO se confirman simultáneamente con la adquisición de la información y documentación, permitiendo programar el abastecimiento de materiales y la producción, brindando mayor asertividad en la fecha estimada de entrega. 	La entrada del proceso cuenta con la información necesaria para planear las líneas de producción y abastecer oportunamente los materiales para entregar los pedidos completos ya tiempo. Se elimina el cambio de clientes, de materiales y de facturación
Analista de compras	<ul style="list-style-type: none"> - Los pedidos MTO se confirman para fechas muy justas, sin considerar la disponibilidad de materiales ni sus tiempos de abastecimiento. - La urgencia del abastecimiento genera sobre costos logísticos y pérdida de oportunidad en negociación de precios. - Los cambios de clientes y/o productos de última hora generan cambios de marcas y etiquetas principalmente, cuyo proceso productivo es en el abastecimiento de etiquetas porque su proceso de diseño de artes y producción hacen que el reabastecimiento sea lento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las fechas de confirmación para la entrega de pedidos permite el abastecimiento de materiales de acuerdo con su lead time. - Se eliminan sobre costos logísticos y se obtiene la oportunidad de negociación de precios. - Se eliminan las esperas y urgencias por abastecimiento de materiales. - La confirmación de MTO cuenta con la información necesaria de artes y diseño de etiquetas que permite abastecimiento oportuno para la producción. 	La entrada del proceso cuenta con la información necesaria para planear y ejecutar el abastecimiento de materiales dentro del Lead time, permitiendo la negociación de precios y eliminando extra costos logísticos.
Gerente de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> - Los pedidos MTO se confirman para fechas muy justas, sin considerar las programaciones de líneas de 	<ul style="list-style-type: none"> - La confirmación de pedidos MTO cuenta con información y documentación suficientes para planear la producción. 	La entrada del proceso cuenta con la información necesaria para planear la

Entrevistado	Contenido de la entrevista	Propuesta	Resultados de la propuesta
	<p>producción, generando improvisaciones con sobrecostos y desplazamientos de otros.</p> <p>- Los cambios de clientes y/o productos de última hora generan modificación y retrasos en la llegada de materiales afectando negativamente los procesos productivos: desplazamiento de fechas, improvisación de líneas de procesos y reprocesos por formulación parcial y posterior llenado y etiquetado.</p>	<p>- Se eliminan los retrasos y sobre costos por improvisación de procesos productivos.</p> <p>- Se eliminan reprocesos productivos.</p>	<p>producción, eliminando retrasos y reprocesos por abastecimiento.</p>
<p>Gerente de planeación y Logística</p> <p>Coordinador de demanda</p>	<p>- Los pedidos MTO generan aproximadamente el 50% de las ventas y debe ser atendidos a todo costo; todas las áreas deben gestionar la información y documentación pendientes</p> <p>- Los pedidos MTO se confirman aun estando incompletos y generan improvisaciones en el proceso de abastecimiento de materiales y programación de líneas de producción.</p> <p>- El nivel de servicio OTIF (On time – in full), que mide las entregas a tiempo y completos, para pedido MTO es del 77%, cifra demasiado baja, considerando que el promedio del grupo Adama es del 91%.</p>	<p>- Los pedidos MTO generan el 50,25% de las ventas y podrán ser atendidos oportunamente.</p> <p>- Los pedidos MTO se confirman simultáneamente con la adquisición de la información y documentación, permitiendo programar el abastecimiento de materiales y la producción, brindando mayor asertividad en la fecha estimada de entrega.</p> <p>- El nivel de servicio OTIF para pedidos MTO puede alcanzar el 91% del promedio del grupo Adama.</p>	<p>Los pedidos se siguen atendiendo con el nivel de importancia requerido por la Compañía, pero con información y documentación oportunas; los clientes son actores fundamentales en el resultado de la oportunidad de entrega y son informados al respecto, por tanto, aportan los requerimientos de Adama a la vez que conocen desde el principio el estado del pedido, de la creación del cliente, de la creación del producto y la fecha estimada de entrega.</p> <p>Es factible.</p> <p>El OTIF es del 76.8% y puede alcanzar el 91% que en promedio maneja el grupo Adama</p>
Jefe de Logística	<p>Los pedidos MTO se confirman aun estando incompletos y generan:</p> <p>- Almacenamiento promedio extra de 760 posiciones de pallets de productos en espera o reproceso.</p> <p>- Movilizaciones extras de 1.200 pallets para productos en espera o reproceso.</p>	<p>- Se eliminan las movilizaciones adicionales por pedidos MTO.</p> <p>- Se eliminan los extra costos por movilizaciones, almacenamiento y permanencia adicionales.</p> <p>- Se liberan en promedio 760 pallets.</p> <p>- Se entregan los pedidos MTO en fechas acordadas y se</p>	<p>- Se eliminan los extra costos mensuales promedio por valor de \$ 8.400.000 por concepto de movilizaciones y de \$35.000.000 por concepto de almacenamiento.</p> <p>- Se liberan en bodegas un promedio de 760 pallets por entrega oportuna de pedidos MTO.</p>

Entrevistado	Contenido de la entrevista	Propuesta	Resultados de la propuesta
	<ul style="list-style-type: none"> - Retraso promedio de 35 días en los despachos para los productos en espera o reproceso - Incumplimiento promedio del 44.9% en las entregas de pedidos MTO. 	<ul style="list-style-type: none"> eliminan los incumplimientos a los clientes. - Se reduce en 35 días la permanencia en bodegas de productos correspondientes a pedidos MTO. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se entregan los pedidos MTO en fechas acordadas y se eliminan los incumplimientos a los clientes. - Se reduce en 35 días la permanencia en bodegas de productos correspondientes a pedidos MTO.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las entrevistas sirvieron como base para la identificación de las características del proceso actual de toma de pedidos, la elaboración del diagrama de pedidos MTO, conocer el desempeño actual en la gestión de los mismos, la verificación de las responsabilidades de quienes participan y la definición de los formatos propuestos para la mejora en la gestión de éstos.

3.3.2.2. Propuesta de mejora para el seguimiento y control del reabastecimiento de productos.

Esta propuesta está basada en el modelo de Gerencia de Amortiguadores creado por Eliyahu M. Goldratt, y para su aplicación se ha elaborado una herramienta Excel que contiene el despliegue de las variables a registrar para determinar cuándo y cuánto comprar, ésta ha requerido la aplicación de los siguientes puntos:

- Definición de unidades de trabajo: La tabla 21 describe las unidades estándar requeridas para la aplicación de la mejora:

Tabla 21. Unidades estándar de la herramienta de gerencia de amortiguadores

Concepto	Unidad de medida	Observaciones
Tiempo de reposición	Semanas	Número total de semanas de reaprovisionamiento desde la activación del pedido hasta la llegada a planta
Saldo inicial	Kilogramos (kg)	Es la cantidad de producto existente al inicio de la primera semana del periodo de simulación.
Producto en tránsito inicial	Kilogramos (kg)	Cantidad de producto que al inicio de la semana 1 ya fue despachado por el proveedor y está pendiente por llegar a planta

Concepto	Unidad de medida	Observaciones
Tamaño de lote de pedido	Kilogramos (kg)	Es la cantidad múltiplo que debe ser tenida para pedir la reposición productos.
Datos de consumo real	Kilogramos (kg)	Valores de los consumos reales en cada semana

Fuente: Elaboración propia

- Definición del amortiguador: Es en nivel de inventario disponible que permite atender eficientemente la producción durante el periodo de reposición de producto. A continuación, se presentan los detalles de amortiguador del simulador:

$$\text{Tamaño del amortiguador} = TA = D_{TR} + Z \times \sigma$$

Donde,

TA = Tamaño del amortiguador inventario óptimo

D_{TR} = Demanda promedio durante el tiempo de reabastecimiento.

σ = Desviación estándar.

Z = Valor de la distribución Z para un nivel de confiabilidad deseado (como se muestra en la siguiente tabla).

Tabla 22. Distribución normal Z usado en la herramienta de reaprovisionamiento

Factor Z	Nivel de confiabilidad
Z = 1 1 σ	84,1%
Z = 2 2 σ	97,7%
Z = 3 3 σ	99,9%

Fuente: Wonnacot, 1997

- Estado del amortiguador = Inventario físico / tamaño del amortiguador.
- Penetración del amortiguador= PA = $(1 - I/TA) \times 100\%$

Donde,

PA = Penetración del amortiguador

I = Inventario físico

TA = Tamaño del amortiguador

Por lo tanto, si:

$PA \leq 33\%$	Zona verde
$33\% < PA \leq 67\%$	Zona amarilla
$PA > 67\%$	Zona Roja

- Definición de la cuerda: Es el conjunto de condiciones y reglas que determinan la decisión de activación de compras y niveles a pedir; a continuación, se presentan los detalles de cuerda del simulador:
 - Algoritmos de la Cuerda: SI (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, se debe generar otra orden de compra.
 - SI la penetración del amortiguador es $>20\%$ entonces activar la compra.
 - Cantidad Por Pedir: $(\text{Amortiguador}) - (\text{Nivel Actual de Inventario}) - (\text{Inventario en Tránsito})$
 - Prioridad en la Compra = $[(\text{Cantidad a Pedir}) / (\text{Amortiguador})] * 100\%$
 - Inventario en tránsito: cantidad de producto en ruta, próximo a llegar a planta.
 - Inventario físico = producto disponible en planta en un periodo determinado.
 - Inventario total = (inventario en tránsito) + (inventario físico)
 - Cantidad a pedir: resultado del cálculo del simulador en múltiplos del tamaño del lote
- Definición del tambor: Son los pedidos consolidados semanalmente que marcan el ritmo de la producción y de los inventarios. Para efectos del simulador, los pedidos corresponden a los consumos semanales del producto en estudio.
- Políticas para subir o bajar el amortiguador: La gestión apropiada del amortiguador es un factor clave para el éxito en la aplicación de la herramienta,

por lo que se propone a continuación, las siguientes pautas para cambiar el amortiguador, y el tiempo de espera mínimo antes de volver a incrementar o reducir el amortiguador, los cuales están descritos en la tabla 23 y en la lista “Políticas para la gerencia dinámica de amortiguadores” que se muestra a continuación:

Tabla 23. Pautas para variación del amortiguador, según lead time.

Ciclo de reaprovisionamiento (semanas)	Subida del amortiguador (Número de muchos rojos - MR)	Bajada de amortiguador (número de muchos verdes - MV)	Tiempo de espera (semanas)
2	2	4	4
7	4	15	14

Fuente: Elaboración propia

- Políticas para la gerencia dinámica de amortiguadores:
 - El comportamiento del inventario disponible refleja si hay necesidad de ajustar el tamaño de los amortiguadores.
 - El periodo de revisión de los tamaños de los amortiguadores depende del tiempo de reaprovisionamiento.
 - Si la penetración consume por completo la zona roja o más, el amortiguador debe ser incrementado en un 33%.
 - Al iniciar la implementación de la herramienta DBR, con permanencia prolongada en zona verde, se debe mantener el nivel del indicador hasta que se haya realizado el primer ingreso de materiales para empezar a monitorearlo.
 - Si el nivel de inventario ha permanecido en la zona verde durante dos periodos de reaprovisionamiento entonces disminuir el tamaño de un amortiguador en un 33%.
 - Esperar dos ciclos de reaprovisionamiento antes de comenzar a monitorear de nuevo cada vez que se incremente el tamaño de un amortiguador.
 - Realizar los cambios en el tamaño del amortiguador, hacia arriba o hacia abajo, solamente después del segundo ciclo de reaprovisionamiento con respecto al cambio anterior.

- Cada vez que se disminuye el tamaño de un amortiguador, el nivel de inventario actual estará por encima del nuevo amortiguador, entonces esperar a que el nivel inventario esté por debajo de éste y comenzar a monitorear de nuevo el artículo acorde con las anteriores reglas.

3.3.2.3. Propuesta de políticas de gestión de inventarios.

En la tabla 24 se muestra el consolidado de las políticas propuestas para mejorar la gestión del modelo de inventarios y almacenes, éstos se encuentran clasificados por cada elemento que lo constituye: a) el manejo de pedidos Make to order, b) la gestión de aprovisionamiento, y c) la optimización de las áreas de almacenamiento:

Tabla 24. Políticas de inventarios propuestas

Elemento del modelo	Política nueva o ajuste a la actual	Política
Planeación de la demanda	Ajustada	La planeación de las ventas de productos propios se basa en los datos de pronóstico de Rolling Forecast (RFC) y decisiones de reuniones S&OP, que activa todas las operaciones de abastecimiento y producción.
Manejo de pedidos MTO	Ajustada	Se deben recibir y atender todos los pedidos make to order, como estrategia de ventas y fidelización de los clientes.
	Nueva	Se deben aceptar todos los pedidos recibidos, sujetos a aprobación de clientes.
	Nueva	Todos los pedidos de venta deben contar con pre- aprobación de la Gerencia Financiera.
	Nueva	Todos los pedidos deben ser confirmados a los clientes, indicando fechas y demás condiciones de entrega.
	Nueva	Todos los pedidos de venta MTO deben ser generados a través del formato FV-005-025 SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO).
	Nueva	Los pedidos MTO deben ser aceptados al cliente cuando éste haya sido aprobado y se cuente con toda la toda la información técnica necesaria.
Políticas en relación al Reaprovisionamiento	Nueva	El reaprovisionamiento de materiales debe estar basado en la herramienta de gerencia de amortiguadores.
	Nueva	El reaprovisionamiento de materiales debe ser activado de acuerdo con la herramienta de gerencia de amortiguadores aplicado al producto respectivo.
	Ajustada	Los inventarios de productos terminados deben tener una cobertura mínima de 90 días.
	Ajustada	La cobertura de inventarios depende de la herramienta de gerencia de amortiguadores para cada producto.
Gestión de almacenes	Se mantiene	El modelo de almacenamiento es sistema caótico.
	Nueva	Priorizar la reubicación de productos con mayor índice EC.
	Nueva	Identificar el área óptima de almacenamiento para cada producto de acuerdo con su tipo de empaque.
	Se mantiene	La unidad de ocupación de inventarios en bodegas es el pallet, ya que integra de mejor manera la diversidad de empaques de productos, la disposición de las bodegas según

Elemento del modelo	Política nueva o ajuste a la actual	Política
Planeación de la demanda	Ajustada	La planeación de las ventas de productos propios se basa en los datos de pronóstico de Rolling Forecast (RFC) y decisiones de reuniones S&OP, que activa todas las operaciones de abastecimiento y producción.
		su configuración (estantería y apilamiento), igualmente incluye la información para volumen, distribución y movilización.
	Se mantiene	La metodología de administración y uso de inventarios es el sistema FIFO; actualmente se dificulta manejarlo por la ocupación de zonas libres con mercancías que impiden la ubicación y movilización de mercancías.
Indicadores de gestión	Nueva	Aplicar indicadores de gestión mensuales para mantener el control de los inventarios enfocados en la rotación, permanencia, cobertura, costos, edad, vejez y edad, integrados con la ocupación de bodegas y el nivel de entregas al cliente.

Fuente: Elaboración Propia

Además, en la tabla 25 se propone eliminar las siguientes políticas:

Tabla 25. Políticas que se proponen eliminar

Elemento del modelo	Política a eliminar
Políticas en relación con el Reaprovisionamiento	El aprovisionamiento de materiales se activa con la información definida en reuniones S&OP.
	La disponibilidad de inventarios es tres meses, basados en los pronósticos y datos consolidados en las reuniones S&OP.

3.3.2.4. Propuesta de medición y control - indicadores de gestión de inventarios.

En la tabla 26, se presenta la propuesta de indicadores para monitorear el desempeño en la gestión de inventarios y almacenes de La compañía, cada uno está descrito en función de su objetivo, definición, fórmula de cálculo, periodicidad de medición, responsable, fuente de información, impacto e interpretación:

Tabla 26. Indicadores propuestos para la gestión de inventarios y almacenes

INDICADOR No. 1. ROTACIÓN DEL INVENTARIO - VECES	
Objetivo	Permite identificar cuantas veces el inventario se convierte en dinero o en cuentas por cobrar (se ha vendido)
Definición	Se divide el costo de las mercancías vendidas en el periodo entre el promedio de inventarios durante este mismo periodo.
Formula	$\text{Rotación (veces)} = \frac{\text{Coste mercancías vendidas}}{\text{Promedio inventarios}}$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Coordinador de inventarios

Fuente de información.	Sistema SAP
Impacto.	Las políticas de inventario en general deben buscar un elevado índice de rotación, por lo tanto, se requieren diseñar políticas de entregas muy frecuentes con tamaños muy pequeños.
Interpretación	Entre más alta sea la rotación significa que las mercancías permanecen menos tiempo en el almacén, lo que es consecuencia de una buena administración y gestión de los inventarios.
INDICADOR NO. 2. ROTACION EN DIAS	
Objetivo	Permite identificar cuantos días en promedio duran los inventarios en bodega; equivale al número de días que en promedio cada artículo o SKU (Stock-Keeping Unit) permanece en inventario
Formula	$\text{Rotación (días)} = \frac{365 \times \text{Promedio inventarios}}{\text{Coste mercancías vendidas}}$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Coordinador de inventarios
Fuente de información.	Sistema SAP
Impacto.	Las políticas de inventario en general deben buscar el mínimo de días de inventarios, por tanto, se requieren diseñar políticas de entregas muy frecuentes con tamaños muy pequeños.
Interpretación	Mientras menos tiempo pasa cada artículo en inventario menor es el costo de almacenamiento
INDICADOR NO. 3. COBERTURA DEL INVENTARIO	
Objetivo	Controlar los días de inventario promedio que el inventario en bodega cubre necesidades de producción y ventas.
Definición:	Indica cuantos días dura el inventario que se tiene. Es la proporción entre el inventario final y las ventas promedio del último periodo
Formula	$\text{Duración del inventario} = \frac{\text{Inventario final} \times 30 \text{ días}}{\text{Ventas promedio}}$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Coordinador de inventarios
Fuente de información.	Sistema SAP.
Impacto.	Los niveles de inventario implican la adecuación de los modelos de planeación de la demanda, las políticas para la recepción de pedidos, las políticas y herramientas para la gestión de aprovisionamiento.
Interpretación	Altos niveles de este indicador muestran demasiados recursos empujados en inventarios que pueden no tener una materialización inmediata y que corren riesgo de perdido y/o obsolescencia.
INDICADOR NO. 4. DÍAS DE INVENTARIO	
Objetivo	Controlar los días de inventario disponibles de mercancía almacenada en bodega.
Definición:	Número de días que en promedio cada artículo o SKU (Stock-Keeping Unit) permanece en inventario; es la relación del inventario promedio entre las ventas promedio.
Formula	$\text{Días de inventario} = \frac{\text{Inventario promedio}}{\text{Ventas promedio}}$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Analista de inventarios
Fuente de información.	Informes contables.
Impacto.	La estimación resulta necesaria debido a que nos permite una correcta asignación de los costos de almacenamiento del inventario (los costos de almacenamiento o holding cost son parte de los costos de inventario)
Interpretación	Mientras menos tiempo pasa cada artículo en inventario menor es el costo de almacenamiento.
INDICADOR NO. 5. VEJEZ DEL INVENTARIO (Incluye los bloqueados)	
Objetivo	Controlar el nivel de mercancías en bodegas no disponibles por obsolescencia, deterioro, averías, devoluciones y vencimientos.
Definición:	Es la relación del valor del inventario no disponible entre el valor total del inventario.

Formula	$\text{Vejez del inventario} = \frac{\text{valor del inventario no disponible}}{\text{valor total del inventario}} \times 100$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Coordinador de inventarios
Fuente de información.	Sistema SAP
Impacto.	Se obliga a la creación de políticas para el manejo de productos no conformes, las condiciones de compras, las condiciones de almacenamiento. Se revisa periódicamente el nivel de inventario no apto con el fin de tomar acciones correctivas y evacuar estas mercancías.
Interpretación	La reducción del nivel de productos no conformes indica menor afectación en el costo del inventario de la bodega y mejor nivel de servicio a producción al cliente final.
INDICADOR NO. 6. VALOR ECONOMICO DEL INVENTARIO	
Objetivo	Controlar el valor de la mercancía que se encuentra almacenada con respecto a costo del inventario vendido.
Definición:	Es la relación del costo de las ventas del mes entre el valor del inventario físico.
Formula	$\text{Valor económico inventario} = \frac{\text{Costo ventas del mes}}{\text{Valor del inventario físico}} \times 100$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Coordinador de inventarios
Fuente de información.	Sistema SAP
Impacto.	El incremento de este indicador implica la adecuación de las modelos de planeación de la demanda, políticas para recepción de pedidos, políticas y herramientas para la gestión de aprovisionamiento.
Interpretación	Un aumento de indicador implica que el valor del inventario está disminuyendo y/o que las ventas están aumentando, variaciones que ambos son favorables para la Compañía.
INDICADOR NO. 7. EXACTITUD DEL INVENTARIO	
Objetivo	Controlar la confiabilidad de disponibilidad de mercancías para su transformación y/o venta.
Definición:	A partir del inventario físico se calcula la relación entre el valor total de diferencias absolutas con respecto al valor total de inventario.
Formula	$\text{Exactitud inventario} = \left(1 - \frac{(\sum \text{Valor. diferencias})}{\text{Valor total de inventario}}\right) \times 100$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Coordinador de inventarios.
Fuente de información.	Resultados de inventarios cíclicos semanales.
Impacto.	Se identifican posibles desfases en los productos almacenados para tomar acciones correctivas para favorecer la rentabilidad de la empresa. Obliga a la implementación de políticas de control de inventarios y gestión de almacenes.
Interpretación	Un incremento en el valor de confiabilidad indica mayor nivel de confianza para la compañía, toda vez que se al Financiero le indica la probabilidad de contar con el valor del inventario registrado en libros, en tanto que al área de planeación le indica la probabilidad de contar con los productos para procesos de producción y ventas.
INDICADOR NO. 8. ENTREGAS PERFECTAS	
Objetivo	Controlar cantidad de pedidos que se entregan sin problemas, es decir que cumple con: Entrega completa Entrega en fecha acordada Documentación completa Sin reclamos de calidad
Definición:	Se define como la relación de pedidos libres de reclamos (por calidad, cantidad, oportunidad y documentos sobre el total de pedidos entregados.
Formula	$\text{Entrega perfecta} = \frac{\# \text{ pedidos perfectos}}{\text{Total, pedidos entregados}} \times 100$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Analista de servicio al cliente
Fuente de información.	Registro de pedidos y guías de transporte en SAP

Impacto.	Implica la creación de políticas y procedimientos para optimizar captura de pedidos, planeación de la demanda, reabastecimiento, atención procesos productivos y modelos de distribución.
Interpretación	Un incremento en el indicado implica que la compañía está aumentando nivel de servicio a clientes; cuenta con procesos controlados e integrados con enfoque a la rentabilidad y servicio al cliente.
INDICADOR NO. 9. COSTOS DE ALMACENAMIENTO Vs LAS VENTAS	
Objetivo	Controlar los gastos generados en las operaciones logísticas asociadas exclusivamente al almacenamiento, con respecto a las ventas generadas por la empresa.
Definición:	Es la relación mensual de los costos asociados al almacenamiento sobre las ventas de la compañía. No Incluye costos de fletes.
Formula	Costos logísticos Vs Ventas: = $\frac{\text{Costos almacenamiento}}{\text{Ventas de la Compañía}} \times 100$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Jefe de Logística
Fuente de información.	Información integrada de Recursos humanos, servicios asociados a las bodegas y costo de abastecimiento y distribución.
Impacto.	Permite controlar los gastos logísticos de la compañía asociados al almacenamiento y medir el nivel de contribución efectuado.
Interpretación	Una disminución en el indicador implica un aumento en las ventas de la Compañía y/o una reducción de los costos del almacenamiento.
INDICADOR NO. 10. COSTOS LOGISTICOS Vs LAS VENTAS	
Objetivo	Controlar los gastos generados en las operaciones logísticas con respecto a las ventas generadas por la empresa.
Definición:	Los costos logísticos deben controlarse porque representa un porcentaje significativo de las ventas totales, margen bruto y costos totales de la empresa. Es la relación mensual de los costos logísticos totales sobre las ventas de la compañía. Incluye costos de fletes.
Formula	Costos logísticos Vs Ventas: = $\frac{\text{Costos logísticos totales}}{\text{Ventas de la Compañía}} \times 100$ Costos logísticos Vs Ventas: = $\frac{\text{Costos almacenam.} + \text{fletes}}{\text{Ventas de la Compañía}} \times 100$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Jefe de Logística
Fuente de información.	Información integrada de Recursos humanos, servicios asociados a las bodegas y costo de abastecimiento y distribución
Impacto.	Permite controlar los gastos logísticos dela compañía y medir el nivel de contribución efectuado.
Interpretación	Una disminución en el indicador implica un aumento en las ventas de la Compañía y/o una reducción de los costos logísticos (principal objetivo del área de logística)
INDICADOR NO. 11. INDICE DE OCUPACION DE BODEGAS	
Objetivo	Controlar la capacidad de almacenamiento de acuerdo con la utilización de las bodegas
Definición:	Es la relación de la cantidad de pallets existentes con mercancías en las bodegas sobre la capacidad total de pallets que pueden ser almacenadas en las bodegas.
Formula	Índice de bodegas = $\frac{\text{Total Pallets ocupadas}}{\text{Total, pallets disponibles}} \times 100$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Jefe de Logística
Fuente de información.	Revisión mensual de capacidades en bodega
Impacto.	Obliga a adoptar políticas de control de inventarios como tiempos de permanencia, modelos de aprovisionamiento y gestión de pedidos.

Interpretación	Los índices por encima de 100% indican excesos de almacenamiento, es decir, déficit de bodegas; los índices por debajo indican disponibilidad de espacios en bodegas para albergar más mercancías.
INDICADOR NO. 12.	
Objetivo	Controlar el nivel de cumplimiento con el cual se atienden los pedidos a los clientes.
Definición:	se calculan separadamente los porcentajes de pedidos entregados completos y los pedidos entregados a tiempo (dentro del plazo acordado); cada concepto tiene un peso del 50%; se multiplican los porcentajes iniciales por los pesos de 50% y los dos resultados finales se suman dando lugar al nivel de servicio.
Formula	$\text{OTIF} = 50\% \times \frac{\text{Total pedidos completos}}{\text{Total, pedidos}} + 50\% \times \frac{\text{Total pedidos a tiempo}}{\text{Total pedidos}}$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Jefe de Logística
Fuente de información.	Reporte mensual de pedidos.
Impacto.	Permite conocer el desempleo en cumplimiento de entregas a los clientes.
Interpretación	Los valores bajos indican deficiente servicio a los clientes con incumplimiento en las cantidades y/o fechas acordadas, que pueden generar reclamos, pérdidas de clientes y mala imagen. El objetivo es obtener valores por encima del 90%.

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de gestión propuestos están basados en las mejores prácticas de control de inventarios, de acuerdo con modelos propuestos en el marco teórico. Los indicadores tienen en esencia tres objetivos:

- Que permitan realizar análisis estratégicos; sirven para controlar el comportamiento de una variable de inventario en función de otra estratégicamente ligada, como las ventas y los costos logísticos; permiten medir el desempeño de variables específicas.
- Los indicadores propuestos permiten efectuar análisis integrado de los mismos para identificar la situación de los inventarios en un período de tiempo determinado.
- Los indicadores propuestos exigen, a partir de los datos registrados en cada uno de ellos, definir una meta individual por parte de la Compañía, para medir no solo el comportamiento, sino, además, el nivel de cumplimiento, y determinar acciones a tomar en cada revisión.

3.3.3. Propuesta para la gestión de almacenamiento.

Propuesta de mejora en la gestión de almacenamiento en bloques de pallets apilables: Para la definición de esta propuesta se han realizado dos análisis: el primero es con respecto a la máxima capacidad de almacenamiento que tienen los productos por unidad de celda de apilamiento a piso, y el segundo, la relación entre posiciones de pallet en estantería respecto a celdas apilables en piso; a partir de estos análisis se generan la fórmulas que se presentan a continuación y la tabla 13, en la cual se puede determinar la eficiencia en apilamiento y el factor de liberación de pallets en estantería por cada celda de apilamiento. Se definen las formulas así:

- Eficiencia comparativa en apilamiento (EC): Es el porcentaje de optimización del almacenamiento en apilamiento en piso, respecto al almacenamiento en estantería:

$$EC = [(CA - CE) / CE] \times 100\%$$

Donde, [6]

EC = Eficiencia Comparativa.

CA = Cantidad de producto por celda de apilamiento en piso.

CE = Cantidad equivalente en estantería por celda de apilamiento.

Este porcentaje significa que, a mayor EC, hay mayor utilización del área.

- Factor de liberación por pallet (FL): Representa la cantidad de pallets en estantería que pueden ser reubicadas en un pallet en apilamiento:

$$FL = (CA / CE) \times 100\% \quad [7]$$

Donde,

FL = Factor de liberación por pallet.

CA = Cantidad de producto por celda de apilamiento en piso.

CE = Cantidad equivalente en estantería por celda de apilamiento.

Este porcentaje significa que, a mayor FL, mayor capacidad de despejar la estantería.

Mediante estas fórmulas que se proponen, se pretende que los productos con mayor eficiencia comparativa en apilamiento y con mayor factor de liberación por pallet sean a los que le sean aplicadas actividades de reubicación en la bodega.

Esta mejora se propone aplicar para todos los productos de la Compañía, por lo que se definieron las fórmulas antes mencionadas para obtener los EC y FL correspondientes, lo cual se muestra en la tabla 27, y debe ser implementado inmediatamente se recibe el aviso de llegada de productos, para definir y planear la recepción en la bodega que será almacenado.

Tabla 27. Comparativo de almacenamiento en unidades de pallets ubicadas en estantería respecto a modelo de apilamiento a piso

Tipo producto	Material	Almacenamiento equivalente de estantería vs apilamiento			Almacenamiento en apilamiento				Factor de liberación por pallet (FL)
		Ctd x pallet estantería	Niveles de Apilamiento	Cantidad por celda de apilamiento (CE)	Ctd x pallet apilamiento	Niveles de Apilamiento	Cantidad por celda de apilamiento (CA)	Eficiencia comparativa en apilamiento (EC)	
Envases	5 Lp	174,0	2,0	348,0	406,0	2,0	812,0	133%	2,3
Envases	20 Lp	60,0	2,0	120,0	120,0	2,0	240,0	100%	2,0
Envases	200 Lp	4,0	2,0	8,0	8,0	2,0	16,0	100%	2,0
Envases	60 Lm	9,0	2,0	18,0	18,0	2,0	36,0	100%	2,0
Envases	1 Lp	800,0	2,0	1.600,0	1.600,0	2,0	3.200,0	100%	2,0
Envases	4 Lp	272,0	2,0	544,0	544,0	2,0	1.088,0	100%	2,0
Envases	10 Lp	114,0	2,0	228,0	228,0	2,0	456,0	100%	2,0
Envases	20 Lm	48,0	2,0	96,0	48,0	3,0	144,0	50%	1,5
Envases	200 Lm	4,0	3,0	12,0	8,0	2,0	16,0	33%	1,3
Envases	Menores 1 Lt	1.600,0	1,0	1.600,0	<1.600,0	1,0	1.600,0	0%	1,0
MP* / PT**	20 Lp	36,0	1,0	36,0	36,0	1,0	36,0	0%	1,0
MP / PT	20 Lm	36,0	2,0	72,0	36,0	2,0	72,0	0%	1,0
MP / PT	200 Lm	4,0	3,0	12,0	4,0	3,0	12,0	0%	1,0
MP / PT	200 Lp	4,0	2,0	8,0	4,0	2,0	8,0	0%	1,0
MP / PT	60 Lm	9,0	2,0	18,0	9,0	2,0	18,0	0%	1,0
MP / PT	Tatucos cartón	18,0	2,0	36,0	18,0	2,0	36,0	0%	1,0
MP / PT	Big bag	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	0%	1,0
MP / PT	Sacos x 25 Kg	28,0	1,0	28,0	28,0	1,0	28,0	0%	1,0
PT	1 Lp	720,0	1,0	720,0	720,0	1,0	720,0	0%	1,0
PT	4 Lp	240,0	1,0	240,0	240,0	1,0	240,0	0%	1,0
PT	5 Lp	160,0	1,0	160,0	160,0	1,0	160,0	0%	1,0
PT	10 Lp	80,0	1,0	80,0	80,0	1,0	80,0	0%	1,0

*MP = materia prima

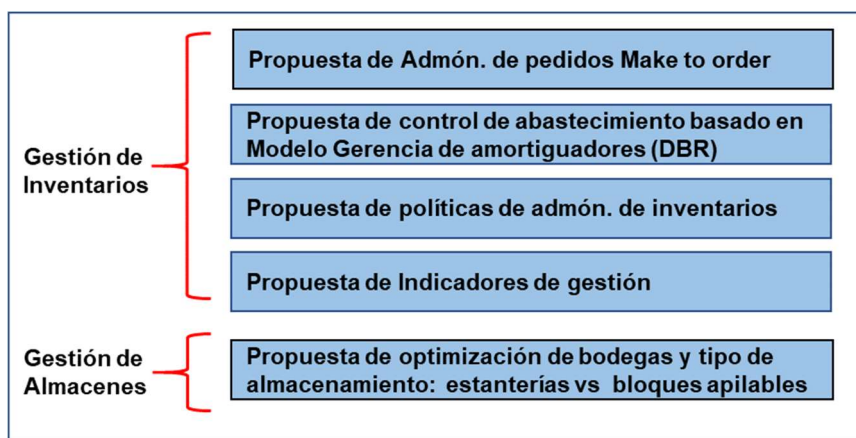
**PT = producto terminado

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4. Diseño final de la propuesta:

Una vez definidas las diferentes etapas de análisis y diagnóstico del modelo actual de gestión de inventarios, se puede concluir que la mejora propuesta general está compuesta por son cinco sub-propuestas interrelacionadas e integradas que buscan optimizar la gestión logística de inventarios de la Compañía, como se observa en la ilustración 45 así:

Ilustración 45. Propuesta de mejoras a la gestión del modelo de inventarios en Adama Andina



Fuente: Elaboración propia

Esta propuesta general permite identificar y tomar acciones de carácter administrativo y logístico en el control de pedidos MTO, el proceso de abastecimiento, las políticas, la medición y la optimización de áreas de almacenamiento según tipo de apilamiento de los productos.

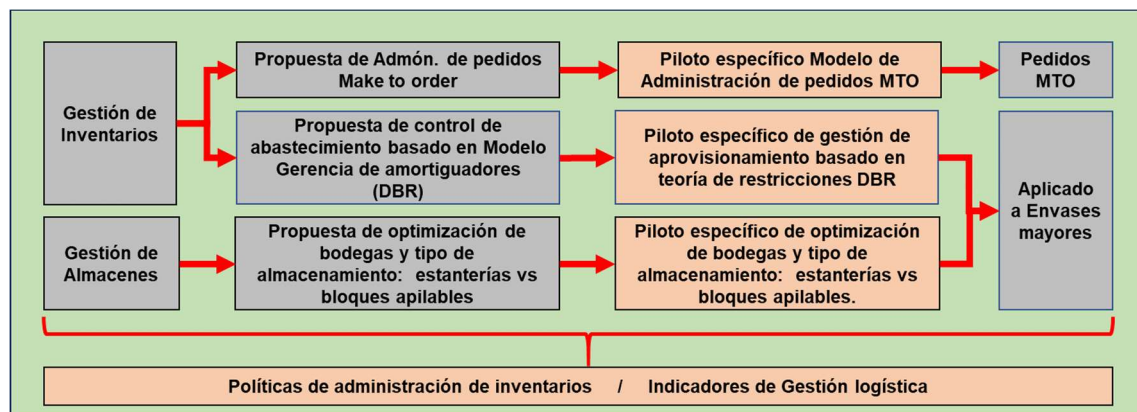
4. VALIDACIÓN Y PRUEBA PILOTO DE LA PROPUESTA

Como se ha observado en los capítulos anteriores, el análisis de la administración de inventarios en La compañía se ha basado en el modelo de gestión Logística planteado en el marco teórico, a partir del cual se pudo determinar que es necesario actuar en cinco aspectos fundamentales: Pedidos MTO, abastecimiento de materiales, indicadores de gestión, políticas de inventarios y optimización de la capacidad de bodegas, de acuerdo con los análisis se ha observado que el proyecto tiene dos componentes: gestión de inventarios y gestión de almacenes, los cuales, por su naturaleza administrativa y logística respectivamente, requieren pruebas piloto específicas para cada una de ellas, pero integradas en una prueba piloto general que presente las acciones conjuntas en un solo proyecto. De acuerdo con lo anterior, la prueba piloto está compuesta por tres pruebas piloto específicas que son:

- Piloto específico para las mejoras en la administración de pedidos MTO
- Piloto específico de gestión de aprovisionamiento basado en teoría de restricciones DBR
- Piloto específico de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías.

Como se observa en la ilustración 46, las pruebas piloto planteadas están soportadas en las políticas de inventarios y en los indicadores de gestión propuestos; para cada una de ellas se describe la planeación, los resultados obtenidos, los análisis y las conclusiones. La prueba piloto global se analiza a partir de los resultados de las tres pruebas piloto específicas expuestas.

Ilustración 46. Prueba piloto de propuesta para la mejora en la gestión del modelo de inventarios de Adama Andina



Fuente: Elaboración propia

El plan de implementación de esta prueba se encuentra en el anexo 4. A continuación, se presentan las tres pruebas piloto específicas, que conforman el piloto global, para el modelo de gestión de inventarios:

4.1. PRUEBA PILOTO

4.1.1. Piloto específico para la mejora de la gestión de pedidos make to order (MTO)

4.1.1.1. Planeación de la prueba piloto: A continuación, se describen los pasos para la ejecución de la prueba:

- Se coordina con el Gerente de Ventas la planeación de la prueba piloto con tres negocios que están en curso y que tienen característica de corresponder a clientes y productos nuevos, como se presentan la tabla 28.

Tabla 28. Pedidos seleccionados para prueba piloto

No. Pedido	Fecha del pedido	Fecha de despacho requerida	Proveedor	Producto	Observaciones
EXP 0005/17	20/12/2016	14/01/2017	No existe	No existe	Exportación a Cuba; prioritario
EXP 0007/17	22/12/2016	18/01/2017	No existe	No existe	Exportación a Argentina; prioritario
NAL 0412/16	13/12/2016	09/01/2017	No existe	No existe	Nacional a Bogotá; prioritario

Fuente: Elaboración Propia

- Se identifican los funcionarios que participan del proceso: Gerente de Ventas, Gerente de Producción, Gerente Financiero, Gerente de cartera, Analista de Planeación, Analista de Servicio al cliente, Jefe de Almacén, Jefe de Comercio Exterior, Analista de facturación y Analista de Compras.
- Comunicar la prueba piloto a los a los funcionarios que participan del proceso durante reunión presencial en fecha 23/11/2016.
- Aplicación de la prueba piloto desde el 07/11/2016 al 30/01/2017.
- Resultados de la prueba en fecha 30/01/2017.

4.1.1.2. Ejecución de la prueba piloto: Para el desarrollo de la prueba piloto se ejecutó de acuerdo con la información presentada en la tabla 29.

Tabla 29. Plan piloto MTO.

ACTIVIDAD	FECHA
Levantamiento de información.	07/11/2016 al 11/11/2016
Análisis y descripción del modelo actual	15/11/2016 al 18/11/2016
Preparación del plan de acción de la prueba piloto	21/11/20216 al 25/11/2016
Comunicación de la prueba piloto	23/11/2016
Desarrollar formato de pedido MTO	28/11/2016 al 09/12/2016
Ejecutar prueba piloto	15/12/2016 al 24/01/2017
Consolidar resultados	25/01/2017 al 27/01/2017
Presentación de los resultados	30/01/2017

Fuente: Elaboración Propia

El desarrollo se presenta en la tabla 30 - Ejecución prueba Piloto Para la Administración de pedidos MTO; una vez seleccionados los pedidos en coordinación con Gerente de ventas, el equipo investigador hace seguimiento a todo el proceso, observando las acciones y resultados en cada actividad.

Tabla 30. Piloto Para la Administración de pedidos MTO

No. actividad	Actividad desarrollada	Funcionario	Descripción	Observaciones
1	Contactar al cliente	Gerente de ventas	- Identifica cliente nuevo; obtiene documentos para estudios Sarlaft y Financiero.	- Presenta ansiedad por confirmar el pedido aun cuando no tiene la información ni la documentación completa.
2	Cerrar negocio con el cliente		- Utiliza el formato FV-005-025 solicitud de pedido make to order (MTO).	- Adquiere alto compromiso al notificar pedidos con alta probabilidad de confirmación.
3	Comunicar pedido		- Identifica producto nuevo, obtiene del cliente los documentos: Arte de etiqueta y hoja de datos de seguridad	- El nivel de exigencia en la consecución de documentos e información es alto.
4	Solicitar documentos para registro del pedido		- Consulta interesados respecto a disponibilidad / aprovisionamiento de materiales y asignación estimada de la línea de producción. - Cierra condiciones de negocio con el cliente, indicando fecha estimada de despacho sujeta a cumplimiento de estudios Sarlaft y Financiero. - Comunica pedido a los interesados, enviando documentos recibidos.	- El volumen de trabajo confirmando detalles con las áreas disminuye. - Percibe mejor nivel de servicio por parte de las áreas involucradas. - Una vez comunicado el pedido su trámite fluye con agilidad.
5	Realizar estudio Sarlaft	Gerente de cartera	- Se ha informado oportunamente sobre la ceración del cliente.	- Eliminación de estrés y esfuerzos en la consecución de documentos e información de clientes.
	Realizar estudio financiero		- Cuenta con la información y documentación oportunas para efectuar estudios Sarlaft y Financiero. - Coordina estudios Sarlaft y financiero; - Comunica los resultados favorables a las áreas involucradas.	- Estudios Sarlaft y Financieros ejecutados oportunamente. - Resultados de estudios Sarlaft y Financiero comunicados oportunamente.
	Confirmar fecha de disponibilidad de materiales	Analista de Compras	- Cotiza materiales requeridos e informa fecha estimada de disponibilidad en planta.	- Con las cotizaciones disponibles adelanta proceso de compras. - Temor por adelantar proceso de revisión anticipada a negocios pendientes por confirmar.
	Solicitar información técnica al cliente	Gerente de Producción	- Incluye el producto en la planeación de la producción, estima una fecha de entrega de acuerdo con la llegada de materiales e informa a los involucrados.	- Le permite planear líneas de producción. - Temor por adelantar proceso de revisión anticipada a negocios pendientes por confirmar.
6	Confirma pedido	Gerente de Ventas	- Recibe retroalimentación conjunta de todos los involucrados, especialmente sobre el abastecimiento de materiales, producción y posible fecha de despacho.	- Elimina esfuerzos adicionales en el contacto con el cliente para definir pedido. - Elimina esfuerzos adicionales en el contacto de los funcionarios involucrados para confirmar y/o solicitar información.

No. actividad	Actividad desarrollada	Funcionario	Descripción	Observaciones
			<ul style="list-style-type: none"> - Confirma con el cliente la aceptación del pedido acordando fecha estimada de despacho. - Informa a los involucrados la confirmación del pedido. 	<ul style="list-style-type: none"> - La confirmación del pedido es ágil y oportuna.
7	Confirmar información para exportación.	Jefe de Comercio Exterior	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere información para trámites aduaneros y de comercio exterior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Este aspecto no está incluido en el modelo inicial del piloto. - Los detalles de información son variables según diversos aspectos de Comercio internacional, muy puntuales y difíciles de obtener desde la creación del pedido, que deben ser coordinadas directamente por el Jefe de Comercio exterior con el cliente según condiciones en el tiempo próximo al despacho.
	Adquirir materiales	Analista de Compras	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecuta proceso de compras y confirma fecha estimada de materiales. - Coordina normalmente las actividades de llegada de materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se elimina estrés en la consecución de materiales - Se adquieren materiales dentro del proceso de compras
	Crear cliente	Analista de Planeación	<ul style="list-style-type: none"> - Con la información, documentación y resultados de estudios obtenidos se crea el cliente de acuerdo con políticas de seguridad de la Compañía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se eliminan los esfuerzos adicionales en la consecución de información y documentación
	Crear producto	Analista de Planeación	<ul style="list-style-type: none"> - Con la información y documentación obtenidos se crea el cliente de acuerdo con políticas de la Compañía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se eliminan los esfuerzos adicionales en la consecución de información y documentación
8	Fabricar producto	Gerente de Producción	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecuta la producción de acuerdo con lo planeado. - Se eliminan reprocesos y sobre costos por faltantes de materiales. - Se elimina la urgencia de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Optimización del plan de producción, - Eliminación de sobrecostos y reprocesos. - Disponibilidad oportuna de material para facturación y despacho.
9	Facturar producto	Analista de facturación	<ul style="list-style-type: none"> - Cuenta con la información necesaria para la facturación. - Crea y confirma la factura a los interesados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se eliminan anulaciones de facturas. - Se eliminan esfuerzos adicionales por la anulación de facturas.

No. actividad	Actividad desarrollada	Funcionario	Descripción	Observaciones
10	Despachar producto	Jefe de Logística y jefe de Cio. Exterior	<ul style="list-style-type: none"> - Los productos quedan disponibles oportunamente para despachos. - Se planean las actividades logísticas, aduaneras y de Cio. Exterior. - Se despacha productos dentro de los plazos acordados 	<ul style="list-style-type: none"> - Se eliminan reprocesos y sobre costos por la movilización de productos en reproceso. aproximadamente 400 pallets. - Se eliminan reprocesos en trámites aduaneros y de Cio. Exterior. - Se reduce en 32 días aproximadamente la permanencia de productos en bodegas. - Se liberan 204 pallets en almacenamiento. - Satisfacción de los funcionarios involucrados en el proceso. - Satisfacción total de cliente.

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 31 se observa cómo los pedidos tienen una variación máxima de dos días entre la fecha comprometida y la fecha de despacho.

Tabla 31. Cumplimiento de pedidos piloto MTO

No. Pedido	Fecha del pedido	Fecha de despacho requerida	Fecha de Produccion	Fecha real despacho	Total pallets
EXP 0005/17	20/12/2016	14/01/2017	10/01/2011	17/01/2017	60
EXP 0007/17	22/12/2016	18/01/2017	14/01/2017	20/01/2017	104
NAL 0412/16	13/12/2016	09/01/2017	04/01/2017	09/01/2017	40

Fuente: Elaboración Propia

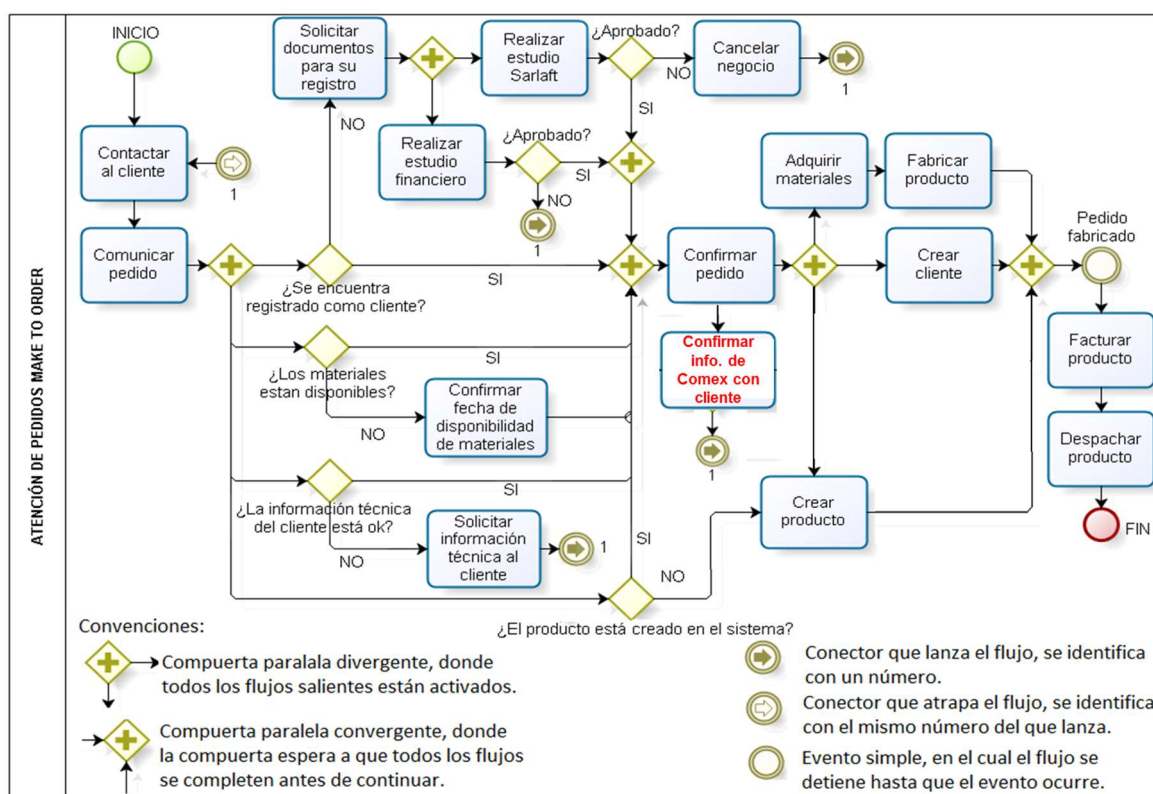
Los pedidos MTO que se retrasan, generan permanencia promedio de 760 pallets de producto durante 28 días adicionales a las mejoras a la gestión de pedidos MTO, que es de 7 días.

4.1.1.3. Ajustes al modelo de pedido make to order (MTO) y conclusiones

La jefatura de comercio exterior solicita adicionar en el formato FV-005-025 solicitud de pedido make to order (MTO) la información detallada para trámite de exportaciones, documentos de exportación, puertos, rutas, navieras entre otros, sin embargo, luego de revisar detalladamente se concluye que es información muy variable

y puntual, difícil de obtener desde la creación del pedido, y que debe ser coordinadas directamente por el Jefe de Comercio exterior con el cliente según condiciones en el tiempo próximo al despacho; finalmente se concluye integrar al Jefe de Comercio en la prueba piloto en una fase adicional de contacto con el cliente pero sin modificar el formato FV-005-025, la ilustración 47 muestra la propuesta de mejora a la gestión de pedidos MTO.

Ilustración 47. Propuesta de mejora a la gestión de pedidos MTO



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Observaciones y análisis de ejecución de las mejoras a la gestión de pedidos make to order (MTO)

Durante la ejecución del plan piloto se obtuvieron las siguientes observaciones:

- Temor en los funcionarios por adelantar proceso de revisión anticipada a negocios pendientes por confirmar.

- El Gerente de Ventas adquiere alto compromiso al notificar pedidos con alta probabilidad de confirmación para evitar la pérdida de esfuerzos.
- Los diferentes funcionarios requirieron seguimiento y acompañamiento permanentes por parte del coordinador del piloto.
- Las Gerencias involucradas demostraron alto grado de compromiso.
- Los 204 pallets de producto permanecieron en bodegas un máximo de siete días, muy inferior a los 35 días de la situación inicial.
- Los recursos del Almacén se utilizaron adecuadamente, libres de reprocesos, con seguridad y eficiencia.
- Los productos se fabricaron con las especificaciones exigidas por el cliente, con un mínimo de estrés en los trabajadores y con una evidente comunicación efectiva.
- Los diferentes actores del proceso solicitan adicionar información detallada en el formato como detalle del consigné, detalle documental de exportación, detalles de puertos, rutas, navieras entre otros, sin embargo, se considera que información detallada que hace parte de otra etapa del proceso que puede ser manejada de manera independiente, ya que incluirla en el formato inicial retrasaría el trámite y la comunicación de pedido.

De acuerdo con los resultados del piloto MTO se observa que estas mejoras pueden ser aplicadas en Adama Andina por las siguientes razones:

- Se mantiene la política global de atender todos los pedidos recibidos como estrategia de ventas y de fidelización de clientes.
- Se integra el desempeño de todas las áreas organizadamente para atender oportunamente los pedidos.
- Se cumplen los requisitos técnicos y legales de manera sincronizada para ejecutar la producción, las operaciones logísticas y los trámites aduaneros y comerciales.
- Se eliminan los reprocesos productivos y logísticos.
- Se reduce el tiempo de permanencia de productos en bodegas.

- Se incrementa el nivel de cumplimiento al reducir los tiempos de entrega.

4.1.1.5. Conclusiones del piloto de pedido make to order (MTO)

- Los pedidos MTO mantienen el nivel de prioridad que establece la Compañía.
- La entrada del proceso cuenta con la información necesaria para que los demás miembros de la cadena ejecuten sus actividades simultáneamente (Sinergia).
- Se eliminan reprocesos en procesos administrativos, aprovisionamiento, productivos y logísticos.
- Se eliminan los extra costos mensuales promedio por valor de \$ 2.856.000 por concepto de movilizaciones (204 pallets x 2 mov x \$7.000/mov) y de \$9.384.000 por concepto de almacenamiento (204 pallets x \$46.000/pallet).
- El OTIF es del 100% de acuerdo con las fechas de zarpe de buques y cantidades despachadas. El cumplimiento del despacho no corresponde a la fecha exacta prometida sino a la semana de zarpe del buque.
- Los retrasos en despachos se reducen en 32 días de acuerdo con el promedio inicial de 35 días, esto implica reducción de 32 días aproximadamente en la permanencia de productos en bodegas.
- La rotación del inventario es inferior a 30 días y de 12 veces, lo que indica escenario ideal para su óptimo manejo.
- Se eliminan reprocesos y sobre costos por la movilización de productos en reproceso de aproximadamente 408 pallets (204 pallets x 2 mov)
- Se liberan 204 pallets en almacenamiento.
- Satisfacción de los funcionarios involucrados en el proceso.
- Satisfacción total de cliente.
- Es necesario nombrar un coordinador de pedidos MTO que haga seguimiento, acompañamiento y control permanente para que direcciones las diferentes áreas en las actividades oportunas.
- Se requiere desarrollar una campaña de socialización y comunicación, indicando los beneficios del proyecto, tanto para La compañía, como para la eficiencia y comodidad en los procesos.

- El piloto demuestra que la propuesta para gestionar los pedidos MTO es funcional y aplicable.

4.1.2. Prueba piloto específica para el seguimiento y control de reabastecimiento

A partir de la teoría de Gerencia de amortiguadores propuesto por Goldratt se ha diseñado una herramienta de simulación en archivo Excel, el cual incluye los algoritmos de programación, los indicadores de estado y alerta, la información del comportamiento de los saldos de producto y la gráfica correspondiente. Las ejecuciones de este piloto se desarrollan en dos fases:

- La primera fase corresponde al desarrollo de la herramienta de simulación para control de abastecimiento DBR en Excel, se registran los saldos reales de inventario semanales por un lado, y por el otro, se alimenta con el saldo inicial, los datos de ingresos y consumos históricos; de esta manera, gráficamente se obtienen dos líneas de comportamiento: la línea de datos reales y la línea de datos simulados; finalmente se comparan los comportamientos de los dos escenarios para análisis y validación de la propuesta.
- La segunda fase corresponde a la aplicación de la mejora de de abastecimiento DBR en los envases mayores de La compañía, caracterizados por inventarios excesivos, alta ocupación de bodegas y bajo lead time de proveedores.

4.1.2.1. Desarrollo de la herramienta de control de abastecimiento DBR

A partir de un ejercicio de estudio resuelto en la Cátedra de Gerencia de Operaciones de la Maestría de Ingeniería Administrativa de la Universidad del Norte, se encontró un diseño en Excel que permitía simular datos muy básicos con objetivo académico, sin embargo, contenía la esencia de la herramienta aquí propuesta. Se definen en dicha tabla un rango de datos a partir de los cuales se calcula la información requerida para la alimentación del cuadro: Promedio, desviación estándar, tiempo de reposición,

tiempo de ingreso del producto en tránsito, y máximo inventario. Tomando como base los conceptos de Teoría de Restricciones de Goldratt se definen el nivel de confiabilidad con distribución normal Z y el tamaño del amortiguador. Se generan celdas con los algoritmos y las fórmulas de control de la cuerda, encargados de monitorear el comportamiento del inventario de acuerdo con las variables de lead time, saldos físicos, saldos en tránsito y tamaño de pedido, indicando la cantidad a pedir, la prioridad en la compra DBR y el porcentaje de penetración del indicador.

Algoritmo de la Cuerda	=	SI (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir	=	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra	=	$[(\text{Cantidad a Pedir}) / (\text{Amortiguador})] * 100\%$
Penetración del amortiguador	=	$(\text{Inventario físico}) / (\text{Tamaño del amortiguador})$

Las celdas de estado del amortiguador, la prioridad en la compra DBR y la penetración del indicador indican los valores en porcentajes y se identifican con colores acuerdo con las reglas de análisis que dividen el valor en estudio en tres rangos: <33%, >=33% hasta 66% y >66%. El color rojo indica estado crítico que requiere prioridad, el color amarillo indica precaución por proximidad a zona de riesgo, y el color verde indica normalidad. La herramienta Excel está construida con un encabezado y un cuerpo de datos como se muestra en la ilustración 48; las imágenes se muestran fraccionadas para su mejor visualización, no obstante, las herramientas completas se observan en los anexos de simulación:

Ilustración 48. Herramienta de control de abastecimiento DBR

X = Promedio	145.287	Und	Maximo inventario	268.798	Und
σ = desviación estandar	64.958	Und	Tamaño de lote de pedido	28.000	Und
Z = 2 σ =	97,725%		Saldo inicial	214.198	Und
N = tiempo de reposición	7	Semanas	Producto en tránsito inicial	56.000	Und
Tamaño del amortiguador (TA)	275.203	Und	Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	Si (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)]*100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR						CUERDA			
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta- real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig?	Control transito acumulado
0	-	-	-	-	-	214.198	-	-	-
1	8.400	-	168.000	-	-	205.798	1	1	1
2	8.400	-	-	-	56.000	253.398	-	1	1
3	9.100	-	-	-	-	244.298	-	1	1
4	7.700	-	-	-	-	236.598	-	-	-

Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador
28.000	28.000	84.000	28.000	165.198	249.198	275.203	39.97%	10.17%	60.03%
56.000	28.000	84.000	28.000	151.898	235.898	275.203	44.81%	20.35%	55.19%
28.000	56.000	140.000	-	112.898	252.898	275.203	58.98%	10.17%	41.02%
56.000	28.000	168.000	-	73.698	241.698	275.203	73.22%	20.35%	26.78%
-	56.000	196.000	56.000	105.198	301.198	275.203	61.77%	0.00%	38.23%

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.2. Simulación de la herramienta de gerencia de amortiguadores DBR.

Se ha elegido un producto clase A, que por razones de confidencialidad de La compañía se ha denominado Materia Prima B, el cual se considera crítico por tratarse de un ingrediente activo esencial para la fabricación de un herbicida muy representativo al cual se le ha denominado Herbicida B; este Herbicida B tiene participación en ventas es del 10.8% con una exactitud de pronóstico de ventas del 29.1%, se caracteriza por el alto grado de variabilidad en los pronósticos y la marcada fluctuación en los saldos de inventarios, generando por consecuencia directa los mismos efectos negativos en los saldos de inventario de su ingrediente activo, la Materia Prima B, cuya exactitud de pronóstico es del 30.2%.

El piloto consiste específicamente en registrar en el simulador los datos requeridos, entre ellos, los consumos reales semanales de la materia prima B causado durante el periodo de estudio, para compararlos con los datos tomados de los registros de archivo.

La tabla 32 muestra los datos para el simulador para la materia prima B, basado en la propuesta de Gerencia de Amortiguadores:

Tabla 32. Información de materia prima B para simulación pedidos de un año

Concepto	Dato / Valor
Periodo	01/01/2016 – 31/12/2016
Origen	Guatemala
Lead time proveedor:	5 semanas
Periodo de tránsito	2 semanas
Tiempo de reposición	7 semanas
Confiabilidad del proveedor	95%
Saldo inicial	214.198 kg
Producto en tránsito inicial	56.000 kg
σ = desviación estándar	64.958 Und
$Z = 2\sigma$	97,725%
Tamaño del amortiguador (TA)	275.203 Und
Tamaño de lote de pedido	28.000 kg

Fuente: Elaboración Propia

La herramienta de control de abastecimiento DBR se ejecuta como propuesta en los datos semanales de la materia prima B y se realiza auditoría a la información de cada periodo para validar resultados, los cuales pueden verse con mayor detalle en el anexo 6.1. En la ilustración 49 se pueden observar en color morado el comportamiento del inventario real, el cual inició en 214.000 kg y descendió hasta generar agotados en las semanas 18,19, 26, 27 y 28, pero a partir de éstas inició un ascenso vertiginoso hasta alcanzar los 542.000 kg, con ocupación de 775 posiciones de pallets en bodega. En la misma ilustración se observa línea azul celeste que refleja el comportamiento del inventario periódico resultante del simulador, caracterizado por cinco variaciones del tamaño del amortiguador y tres rupturas de inventario (ver tabla 33) en las semanas 19, 26 y 27, indicando que no está funcionando adecuadamente y debe ser corregido.

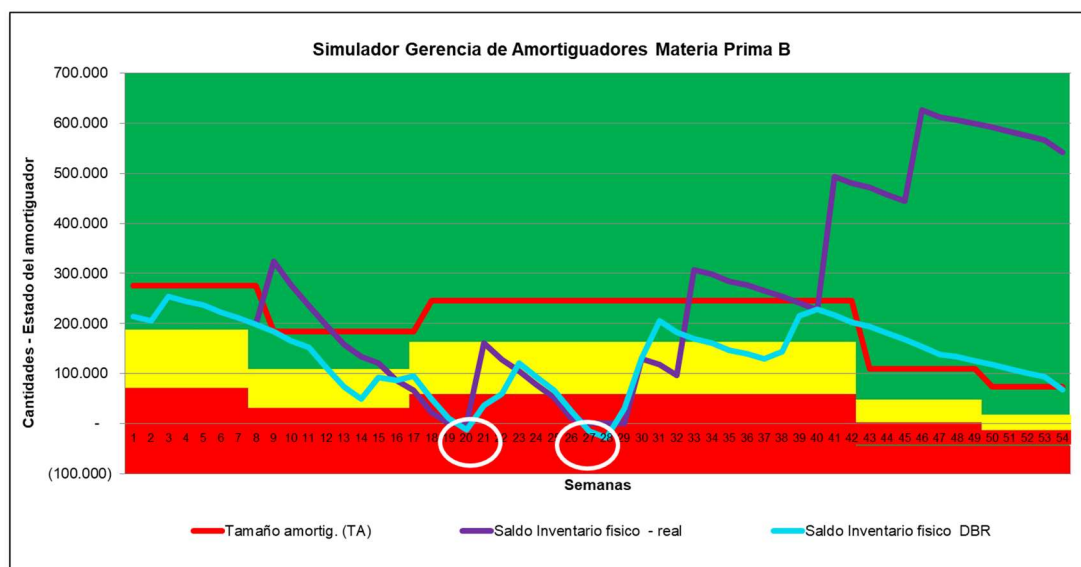
Tabla 33. Ruptura de inventario validación DBR inicial

Semana	Saldo físico DBR inicial	Saldo físico DBR ajustado	Diferencia
19	(12.702,00)	43.298,00	56.000,00
26	(15.602,00)	40.398,00	56.000,00
27	(28.202,00)	83.798,00	112.000,00

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 49, correspondiente a los resultados del simulador de Gerencia de Amortiguadores para materia prima B, la línea de color rojo indica el nivel del amortiguador calculado por la herramienta; la línea de color morado presenta el comportamiento real que tuvo el inventario de la materia prima B durante el año; la línea azul celeste representa el comportamiento del inventario calculado por el simulador de Gerencia de Amortiguadores; la franja roja indica la zona de urgencia; la franja amarilla indica la zona de precaución; la zona verde indica zona de normalidad, aunque en el gráfico excesiva por el por volumen del inventario real.

Ilustración 49. Resultados herramienta simulador de Gerencia de Amortiguadores



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.3. Ajustes del simulador:

Al revisar las condiciones de la teoría de restricciones y analizar los datos semanales de la validación se detectaron los siguientes errores:

- Se estaba tomando de manera errada el saldo acumulado, sumando los saldos de las siete semanas de reaprovisionamiento, sin tener en cuenta que en la séptima semana está ingresando el producto, quedando una semana adicional como consumo acumulado y como ingreso al inventario; se realiza el ajuste para que se cubran 6

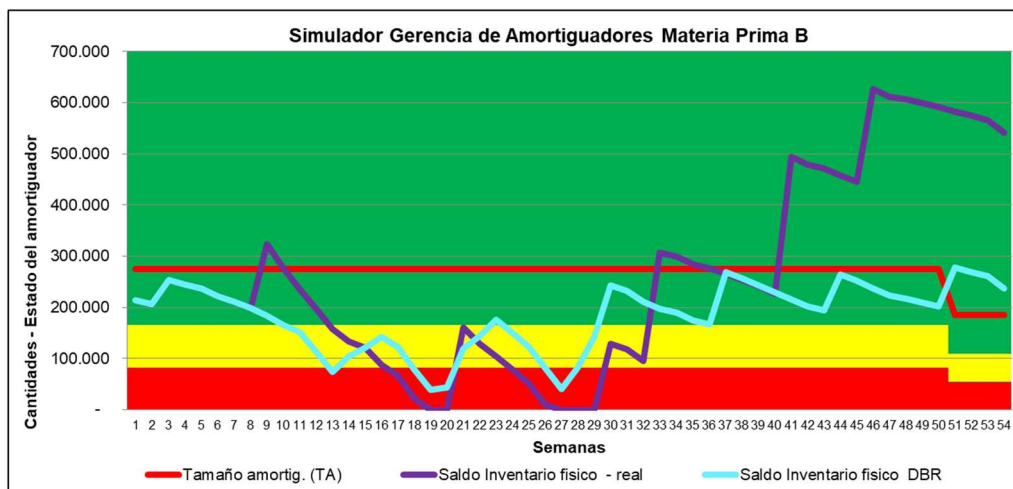
semanas, y se incluye en la herramienta Excel una columna de control “control tránsito acumulado”

- Inicialmente se trabajó con el lead time de 5 semanas, sin incluir el periodo del tránsito de 2 semanas, por lo que se ajusta el lead time a 7 semanas.
- Durante la aplicación del piloto, se identificó que en casos de inventarios iniciales superiores al nivel del amortiguador, es necesario no realizar cambios del tamaño del amortiguador, hasta que la herramienta sugiera la primera compra y se realice el primer reaprovisionamiento, ya que se probó la herramienta aplicando las políticas de cambio de amortiguador desde la primera semana, generando datos que provocaban rupturas de inventario, pues se estaban realizando cambios a la herramienta sin esperar a que las condiciones definidas en la herramienta entraran en acción.
- Identificados los errores de la herramienta de gerencia de amortiguadores DBR se efectúan los ajustes respectivos y se programa la nueva simulación con los datos de la materia prima B.

4.1.2.4. Simulación de la herramienta de gerencia de amortiguadores DBR ajustado.

Luego de realizados los ajustes detallados, se corrió de nuevo el simulador de Gerencia de Amortiguadores diseñado para la materia prima, con los resultados que se presentan en la ilustración 50, y el detalle de la herramienta aplicada se puede consultar en el anexo 6.2. La línea de color morado presenta el comportamiento real que tuvo el inventario de la materia prima B durante el año y la línea azul celeste representa el comportamiento del inventario calculado por el simulador de Gerencia de Amortiguadores

Ilustración 50. Comparativo de saldos Materia Prima prima B – final



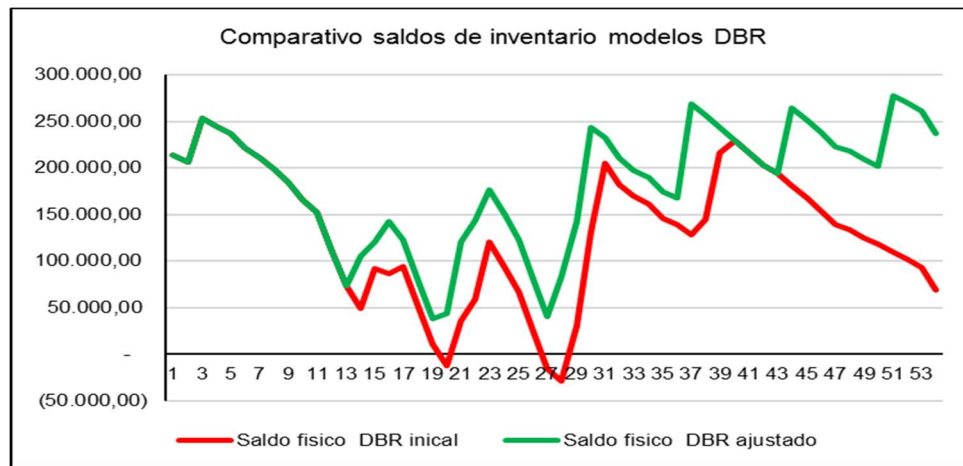
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.5. Validación del ajuste del simulador:

Se realiza inicialmente una simulación para un producto, con el fin de validar el uso de la herramienta y se identifican los ajustes necesarios antes de su aplicación en el plan piloto, el cual está propuesto para ejecutarse del 30 de enero al 6 de mayo de 2017. Al comparar el comportamiento de los inventarios en la situación, inicial y ajustada, se observa que el segundo presenta un desempeño satisfactorio:

- Los saldos de inventario bajaron inicialmente y se mantienen en un límite promedio de 275.000 Kg, que es precisamente el tamaño del amortiguador calculado.
- Como se observa en ilustración 51, no se generan rupturas de inventarios.
- Las reposiciones e inventario se efectúan oportunamente en un sistema muy similar al modelo de tamaño económico de pedido con saldos de seguridad.

Ilustración 51. Comparativo de saldos Materia Prima B – final



Fuente: Elaboración Propia

- La aplicación de la simulación permite mostrar la mejoría del desempeño de los inventarios, ya que, al comparar los datos reales con los resultados del simulador se encuentra que se logra una reducción promedio de 305.402 kg de la materia prima B, que corresponde a una disminución del 43.7%, tanto en valor como en ocupación de bodegas (ver tabla 34)

Tabla 34. Comparativo de resultados Piloto Específico Gerencia de amortiguadores

Modelo de inventarios	Saldos inventario Kg	Vr Inventario USD	Ocupación pallets
Gerencia de amortiguadores	236.598	828.093	338
Real	542.000	1.897.000	774
Diferencia	305.402	1.068.907	436
(%) Diferencia	43,7%	43,7%	43,7%

Fuente: Elaboración Propia

- El tamaño del amortiguador permitió dar cobertura a los pedidos, conservando saldos en inventario ofreciendo protección al sistema durante 49 semanas, de las cuales se observa que entre la semana 36 y la 49 el nivel de inventario se mantuvo en zona verde, y una vez cumplidos dos periodos de reaprovisionamiento, permite reducir en un 33% el amortiguador, dando cobertura del inventario hasta el fin del periodo de la simulación.
- Como resultado final se concluye mediante el diseño y uso del simulador que el modelo de Gerencia de amortiguadores es aplicable a los procesos de control de

inventarios de La compañía y que puede ser aplicado como herramienta de apoyo en la gestión de aprovisionamiento de materiales.

4.1.2.6. Aplicación de las mejoras de Gerencia de amortiguadores DBR en envases mayores.

A continuación, se define la prueba piloto específica para los envases mayores de La compañía, para aplicar el modelo de Gerencia de amortiguadores, utilizando la herramienta Excel propuesta. Considerando que la política de inventarios para estos productos es de tres meses de cobertura, se decide que el piloto debe ejecutarse en un periodo igual para observar el comportamiento, por lo que se planea su ejecución entre el 30/01/2017 al 06/05/2017, lo que corresponde a 14 semanas y siete periodos de reaprovisionamiento, como se presenta en la tabla 34. Se eligen los envases mayores como parte de este piloto para integrar resultados con el Piloto de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías.

4.1.2.6.1. Planeación modelo de Gerencia de amortiguadores DBR en envases mayores: En acuerdo con la Gerencia de Planeación y Logística se establece el plan de trabajo a seguir para desarrollar la ejecución del piloto como se observa en la tabla 35.

Tabla 35. Planeación del piloto para envases – Tiempos de la prueba

Concepto	Dato / Valor
Periodo	30/01/2017 al 06/05/2017
Origen	Colombia
Lead time proveedor:	1 semana
Periodo de tránsito	1 semana
Tiempo de reposición	2 semanas
Confiabilidad del proveedor	95%

Fuente: Elaboración Propia

El período de análisis del piloto corresponde a seis meses para cubrir dos periodos de la política de inventario actual y 14 periodos de reabastecimiento, sin embargo, el desarrollo práctico se ejecuta del 30/01/2017 al 06/05/2017, por tanto, la información de las primeras 26 semanas son tomados de los históricos reales. En la tabla 36 se presenta el plan de trabajo para el desarrollo del piloto:

Tabla 36. Planeación general del piloto de Gerencia de amortiguadores DBR en envases mayores

Actividad	Fechas	Responsable
Capacitar al Analista de Planeación	Ultima semana de diciembre de 2016.	Equipo del proyecto
Verificar cumplimiento de proveedores en saldo mínimos de inventarios de envases.	Ultima semana de diciembre de 2016.	Analista de Compras
Registrar en el modelo la información histórica del 31/07/2016 al 28/01/2017.	Primera semana de enero de 2017.	Analista de Planeación y Logística
Realizar una toma de inventarios de envases.	28/01/2017.	Equipo del proyecto
Aplicar el modelo de Gerencia de amortiguadores con base en el simulador diseñado.	30/01/2017 al 06/05/2017	Equipo del proyecto Analista de Planeación y Logística
Analizar resultados del piloto.	12/05/2017	Equipo del proyecto
Presentar resultados del piloto	19/05/2017	Equipo del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

Para la realización de piloto se ha seleccionados los envases presentados en tabla 37.

Tabla 37. Presentación de los envases a estudiar

Presentación	Id
Envase plástico de 1 litro	1 LP
Envase plástico de 10 litros	10 LP
Envase plástico de 20 litros	20 LP
Garrafa plástica de 200 litros	200 LP
Envase plástico de 4 litros	4 LP
Envase plástico de 5 litros	5 LP
Tambor metálico de 200 litros	200 LM
Tambor metálico de 20 litros	20 LM
Tambor metálico de 60 litros	60 LM

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.6.2. Ejecución del piloto:

El primer paso fue capacitar al Analista de Planeación y Logística, funcionario encargado de activar a compra de los empaques para que active las compras de acuerdo con el seguimiento de la herramienta de Gerencia de Amortiguadores y omitiendo el modelo actual; se validó con los proveedores que estuvieran cumpliendo el acuerdo de mantener disponible en inventario los saldos necesarios para atender un mes de cobertura; esto en caso de que se presentara alguna falla en el piloto.

Para la ejecución del piloto se toman 14 semanas, que corresponden a siete períodos de abastecimiento de acuerdo con lead time de los productos, la cual va desde el 30/01/2017 hasta el 06/05/2017. Para validar los resultados del piloto se han tomado los datos reales de 26 semanas anteriores al inicio del mismo para ser integrados en una misma gráfica y analizar el comportamiento del inventario en los dos periodos.

Durante las 14 semanas de estudio se realiza acompañamiento permanente al proceso en estudios para garantizar la certeza de los registros, los análisis adecuados para la activación de compras, la reposición por parte de los proveedores y los registros oportunos en el sistema SAP.

Los registros de movimientos de saldos de inventarios, las entradas y los consumos se toman semanalmente del sistema SAP a través de las transacciones MB52- REPORTE DE SALDOS DE INVENTARIO y la transacción MB1-LISTADO DETALLADO DE MOVIMIENTOS, los cuales se bajan a tablas Excel y se organizan a través de tablas dinámicas. La información de registros de compras, como son la fecha de activación del pedido y la fecha del despacho por parte del proveedor, se registran igualmente en tabla de control en archivo Excel. Los totales se consolidan de acuerdo con el simulador de Gerencia de amortiguadores y se genera tabla de seguimiento para observar la prioridad de la compra, (ver anexo 7), en cual se presenta la información de la semana 26, cuyos saldos marcan el inicio del piloto, y los datos de la semana 40 que reflejan los inventarios al final del piloto. De acuerdo con la planeación del piloto, en la tabla 38 se describen las actividades ejecutadas:

Tabla 38. Ejecución del piloto de Gerencia de amortiguadores DBR en envases mayores

Actividad	Responsable
Capacitar al Analista de Planeación y Logística, funcionario encargado de activar a compra de los empaques para que active las compras de acuerdo con el seguimiento de la herramienta de Gerencia de Amortiguadores y omitiendo la metodología actual	Equipo del proyecto
Asegurar con los proveedores que estuvieran cumpliendo el acuerdo de mantener disponible en inventario los saldos necesarios para atender un mes de cobertura.	Analista de Compras
Obtener la información semanal de los ingresos, consumos e inventarios de envases entre el 31/07/2016 y el 28/01/2017, correspondiente a seis meses, para	Analista de Planeación y Logística

Actividad	Responsable
cubrir dos periodos de la política de inventario actual y 13 periodos de reabastecimiento.	
Realizar una toma de inventarios de envases al 28/01/2017.	Equipo del proyecto
Aplicar la herramienta de Gerencia de amortiguadores con base en el simulador diseñado, para determinar de la semana 27 a la 40, la activación de compras y los indicadores de estado presentados en el formato de control.	Equipo del proyecto Analista de Planeación y Logística
Registrar semanalmente los resultados del comportamiento de los inventarios a partir de la semana 27 en el simulador.	Equipo del proyecto
Controlar semanalmente, en tiempo real, el comportamiento de los inventarios.	Equipo del proyecto
Paralelamente a la ejecución del piloto, ingresar la información de movimientos reales de las primeras 26 semanas en la herramienta para simular el comportamiento de los inventarios y comparar los resultados durante las 40 semanas.	Equipo del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

En los registros, los datos consignados como “reales” corresponden a los que efectivamente se generaron durante la ejecución de las actividades de la empresa; los datos registrados hasta la semana 26 son los correspondientes al modelo tradicional de La compañía; los datos registrados a partir de la semana 27 son los resultantes en la ejecución de la prueba piloto.

El comportamiento de los inventarios de envases con los datos reales, tanto los de la fase inicial del modelo tradicional como los de la fase de aplicación de la prueba piloto, y el comparativo con la herramienta de Gerencia de Amortiguadores, pueden ser observados en los anexos así:

ANEXO # 8 envase 1 LP

ANEXO # 9 envase 10 LP

ANEXO # 10 tambor 20 LM

ANEXO # 11 tambor 200 LM

ANEXO # 12 envase 20 LP

ANEXO # 13 envase 200 LP

ANEXO # 14 envase 4 LP

ANEXO # 15 envase 5 LP

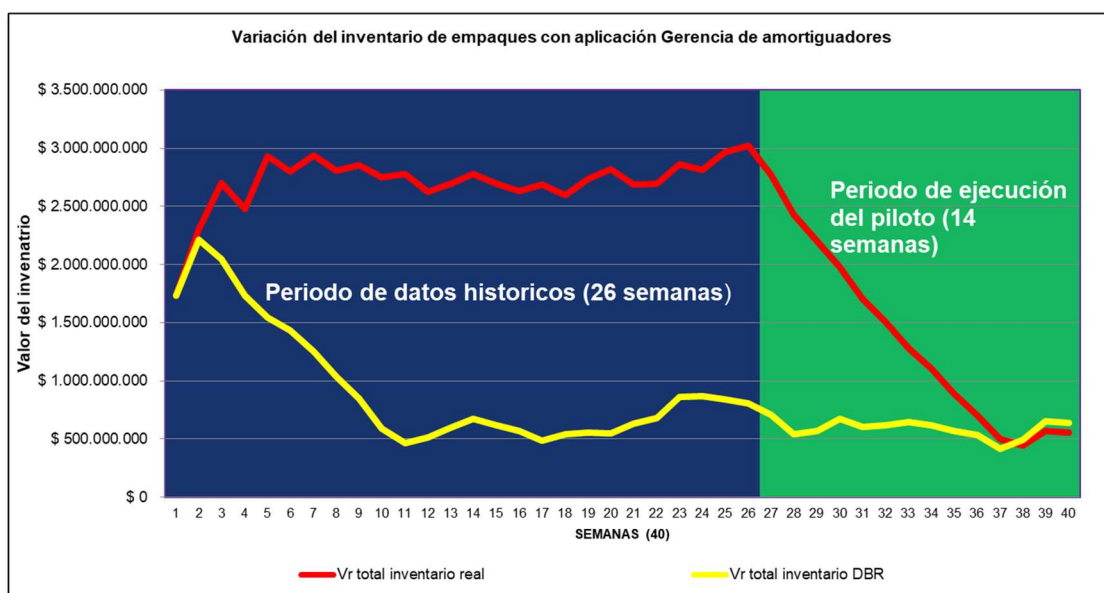
ANEXO # 16 tambor 60 LM

4.1.2.6.3. Resultados de piloto:

Una vez ejecutado el piloto específico de control de envases mediante la herramienta de Gerencia de Amortiguadores, se obtienen resultados satisfactorios en la reducción de los niveles de inventario y liberación de espacios en bodegas sin generar rupturas por faltantes, en la ilustración 52, puede observarse el comportamiento de los saldos de inventarios de todos los empaques; la zona de color azul en la gráfica indica la información correspondiente al periodo de inventarios mediante el modelo tradicional de La compañía, y en color verde se identifica el periodo en que se aplica la herramienta de Gerencia de Amortiguadores.

La línea de color rojo presenta el comportamiento de los saldos de inventarios reales, es decir, los generados por ejercicio de la actividad de La compañía, y la línea de color amarillo muestra el comportamiento de los datos resultantes del simulador, considerando como hubiera sido el comportamiento si se hubiera aplicado la herramienta desde la primera semana de análisis. Los registros se presentan en el anexo 7.

Ilustración 52. Variación del inventario de empaques con aplicación Gerencia de amortiguadores



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 39 el valor del inventario de envases tiene una reducción de \$1.375,4 millones que corresponde al 50,81% del valor promedio inicial; esto indica que el objetivo de reducción se cumple según esperado. La reducción de los datos del simulador DBR, es del 37,69%, que presenta la variación que podría haberse dado si desde la primera semana se hubiese implementado la herramienta.

Tabla 39. Variación del valor promedio del inventario

Valor promedio del inventario		
Periodo de análisis	Información real	Simulador DBR
En la semana 26	\$ 2.706.932.044	\$ 948.902.378
Entre semanas 27 y 40	\$ 1.331.502.844	\$ 591.226.875
Variación	\$ 1.375.429.200	\$ 357.675.503
% Variación	50,81%	37,69%

Fuente: Elaboración Propia

El nivel de ocupación de bodegas, como se observa en tabla 40, presenta una variación negativa de 2.113 posiciones de pallet en estantería, demostrando una reducción del 50,13%, comparativamente muy similar a la proporción de reducción en costos, indicando que el comportamiento esperado de disminuir el almacenamiento se ha cumplido. La reducción de los datos del simulador DBR, del 38,55 %, presenta la variación normal que podría haberse dado si desde la primera semana se hubiere implementado la herramienta.

Tabla 40. Variación de la ocupación del inventario en bodega

Ocupación promedio del inventario		
Periodo de análisis	Información real	Simulador DBR
En la semana 26	4.215	1.445
Entre semanas 27 y 40	2.102	888
Variación	2.113	557
% Variación	50,13%	38,55%

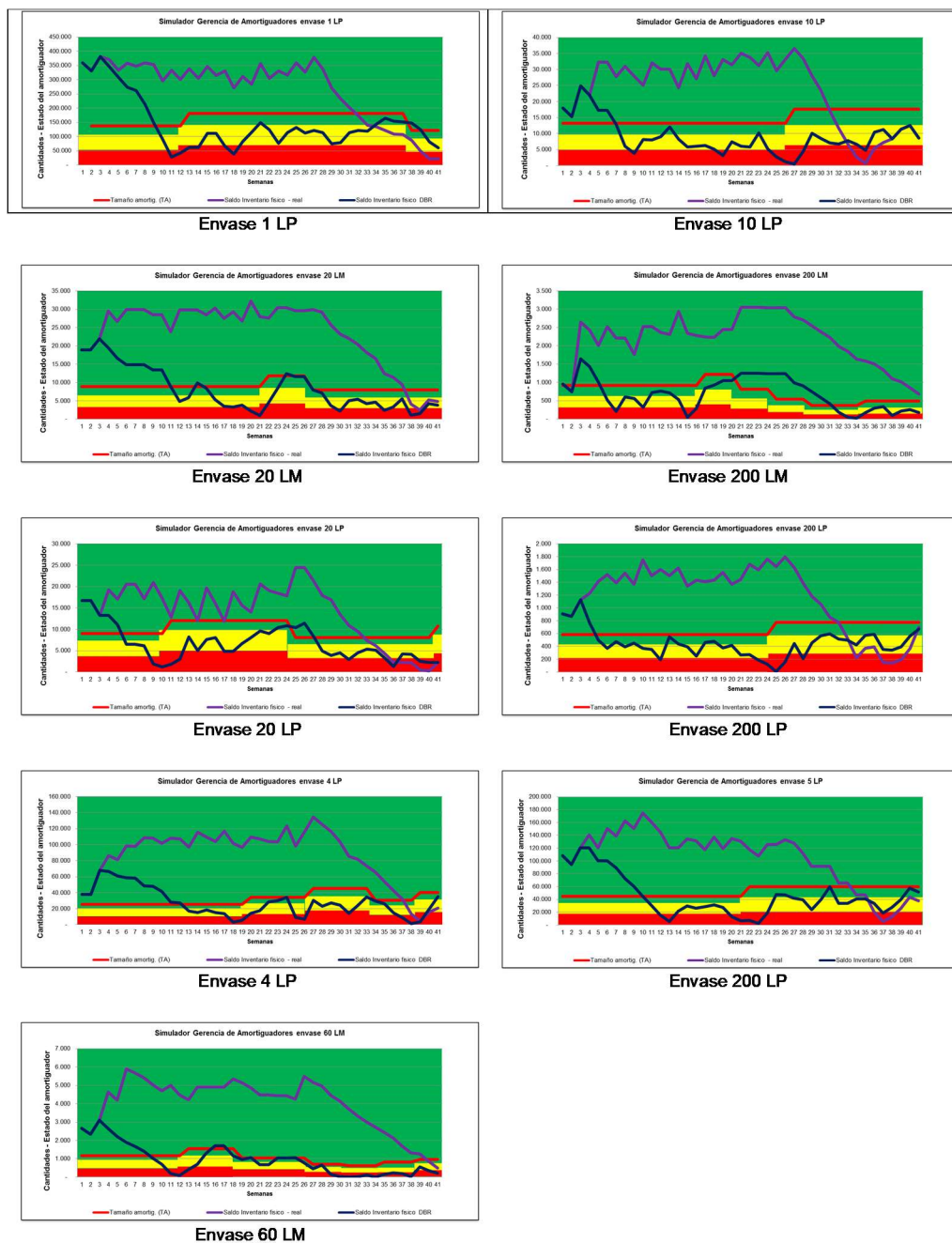
Fuente: Elaboración Propia

El comportamiento de los inventarios reales y los del simulador se hacen muy parecidos en la medida que se avanza en el tiempo, entregando resultados contundentes de viabilidad.

En la ilustración 53, se observa que los saldos de inventario en cada tipo de envase presentan variaciones muy específicas de acuerdo con la relación del tamaño y frecuencia de pedidos, pero especialmente, por la cantidad mínima a pedir y el tamaño

mínimo de lote, sin embargo, las curvas indican una tendencia común de disminución de saldos hacia un rango de valor intermedio que oscila dentro de la zona del tamaño de los respectivos amortiguadores, con algunas excepciones generada por las cantidades adicionales obligadas por los tamaños mínimo de lote.

Ilustración 53. Variación del inventario después de aplicación de la herramienta DBR



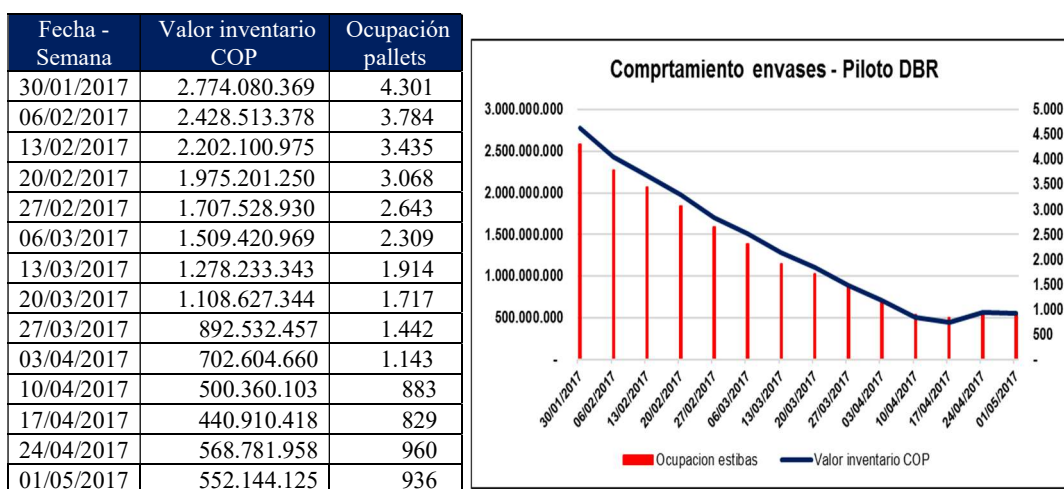
Fuente: Elaboración propia

Una de las principales dificultades presentadas en la implementación del piloto fue lograr que el Analista de Planeación confiara en él, puesto que distaba del modelo inicial, y no le fácil pasar de un sistema enfocado a cubrir la disponibilidad de envases e incertidumbre con altos niveles de inventarios. Para la implementación eficaz de las mejoras propuestas es necesaria la revisión permanente, con información de alta calidad y los procesos de activación de pedidos se incrementan, al pasar de revisiones trimestrales a semanales.

4.1.2.6.4. Ajustes al piloto y conclusiones

- Se obtiene una reducción efectiva en los inventarios de envases mayores, pasando de \$2.774.080.369 a \$552.144.125, con una disminución de \$2.221.936.244 equivalente al 80.1% de valor inicial, según ilustración 54.
- Se logra una reducción en la ocupación de bodegas por parte de los envases mayores, pasando de 4.301 pallets a 936 pallets, con una reducción de 3.365 pallets, equivalente al 78.2% de la ocupación inicial, ver ilustración 54.
- El inventario de envases mayores tiene una permanencia promedio inicial de 95 días; con la aplicación del piloto DBR esta permanencia pasó a ser de 21 días en promedio, lo que indica una reducción de 74 días que equivale al 77.9% respecto del total.

Ilustración 54. Reducción de los inventarios de envases mayores



Fuente: Elaboración propia.

Los registros de datos de compras, inicialmente llevados manualmente, se optimizaron para ser controlados directamente en el sistema SAP, lo que facilita su exportación a tablas de Excel e integrarlos a los demás cuadros de información para revisión semanal. Al registrar todos los datos en SAP se logra mayor certeza de la información y mejor distribución de las tareas de registro, y exportación a tablas dinámicas; de acuerdo con esto se debe diseñar, un query, o tabla maestra de datos dinámicos, que arroje desde el sistema la información básica; adicionalmente, con la información exportada desde SAP, es posible procesarla más fácilmente con una tabla basada en macros, que puede ser diseñada por el área de Sistemas.

No obstante, lo anterior, como oportunidad de mejora, se concluye que la herramienta de Gerencia de Amortiguadores es adecuado para el control de inventarios y gestión de aprovisionamiento.

4.1.3. Prueba piloto específica basada en la gestión de almacenes

Como se observó en los resultados registrados en la tabla 15 del modelo de apilamiento, los productos con mayores niveles de Eficiencia comparativa en apilamiento (EC) y Factor de liberación por pallet (FL) son los envases, razón por la cual se seleccionan para realizar la prueba piloto de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías.

4.1.3.1. Planeación del Piloto de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías:

Para el desarrollo de este piloto se han elegidos los envases plásticos mayores de La compañía, por presentar características de inventarios excesivos, alta ocupación de bodegas y bajo lead time de proveedores, con el objetivo de integrar los resultados con los del piloto de gestión de aprovisionamiento de materiales basado en teoría de restricciones DBR y en por consecuencia en el piloto global.

El piloto consiste en analizar la mayor eficiencia que tengan los productos en el uso de instalaciones de almacenamiento: bodegas a piso y estanterías. Las actividades por desarrollar para la ejecución del piloto son:

- Identificar los productos almacenados en bodegas a piso que deben ser llevados a estantería por su bajo nivel de apilamiento.
- Identificar los envases almacenados en estanterías que deben ser almacenados en apilamiento a piso por su alto nivel de consolidación por pallet y nivel de apilamiento.
- Liberar las estanterías ocupadas con envases seleccionados.
- Trasladar a las estanterías los productos de bajo nivel de apilamiento ubicados en bodegas a piso.
- Reconfigurar la consolidación de los envases bajados de las estanterías en pallets para apilamiento a piso.
- Trasladar los pallets con envases a las bodegas que careen de estanterías y almacenarlos en apilamiento a piso.
- Cuantificar las posiciones de pallets liberadas.
- Desarrollar los movimientos de inventarios en el periodo del 01/02/2017 al 31/03/2017.

4.1.3.2. Ejecución del Piloto de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías .

El desarrollo del piloto se realiza como se describe en la tabla 41; el trabajo consistió básicamente en hacer traslados de mercancías entre bodegas y estanterías, con la consolidación de envases en pallets para apilamiento. El responsable de la ejecución del piloto es el jefe de Logística.

Tabla 41. Ejecución piloto de Piloto de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías

Actividad	Fecha	Observaciones
Identificar los productos almacenados en bodegas a piso que deben ser llevados a estantería por su bajo nivel de apilamiento.	01/02/2017 al 11/02/2017	- Gestión de revisión en sistema SAP, verificación del inventario físico y programación de la operación como parte de las demás actividades logísticas.
Identificar los envases almacenados en estanterías que deben ser almacenados en apilamiento a piso por su alto nivel de consolidación por pallet y nivel de apilamiento.	01/02/2017 al 11/02/2017	- Actividades efectuadas de manera simultánea para optimizar el uso de los recursos (Auxiliares de bodegas, Auxiliares logísticos, montacargas y coordinación con demás tareas ordinarias). - Se retiran envases de las estanterías y se reconfigura la consolidación en pallets, se ocupan estanterías liberadas con materiales trasladados desde bodegas de apilamiento en piso y se movilizan los envases a esas áreas liberadas.
Liberar las estanterías ocupadas con envases seleccionados.	13/02/2017 al 25/03/2017	
Trasladar a las estanterías los productos de bajo nivel de apilamiento ubicados en bodegas a piso.	13/02/2017 al 25/03/2017	
Reconfigurar la consolidación de los envases bajados de las estanterías en pallets para apilamiento a piso.	13/02/2017 al 25/03/2017	
Trasladar los pallets con envases a las bodegas que careen de estanterías y almacenarlos en apilamiento a piso.	13/02/2017 al 25/03/2017	Una vez movilizados los productos se identifican las posiciones de pallets liberadas.
Cuantificar las posiciones de pallets liberadas.	29/03/2017	

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3. Piloto de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías

Para la ejecución de la prueba piloto se verifica primero el inventario de envases para determinar el número de pallets de a movilizar, las celdas de apilamiento requeridas y los espacios a liberar en estantería; la información se presenta en la tabla 42.

Tabla 42. Información prueba piloto envases

Envase	Saldo en inventario	Pallets en estantería	EC	FL	Pallets liberadas	Celdas requeridas
1 LP	134.747	169	100%	2,00	85	42
10 LP	15.372	135	100%	2,00	68	34
20 LM	5.223	109	50%	1,50	73	48
20 LP	8.089	135	100%	2,00	68	34
200 LM	537	135	33%	1,30	104	80
200 LP	336	84	100%	2,00	42	21
4 LP	22.335	83	100%	2,00	42	21
5 LP	34.459	199	133%	2,30	87	38
60 LM	310	35	100%	2,00	18	9
TOTAL		1.084	100%	2,00	584	326

Fuente: Elaboración Propia

En las 326 celdas requeridas existen mercancías apiladas en 815 pallets que deben ser movilizadas a las estanterías, y de éstas se deben movilizar 1.084 pallets a celdas de apilamiento, por tanto, en total se deben movilizar 1.899 pallets. Se decide utilizar la bodega # 1 (cobertizo # 1) para almacenar allí los envases, por tener capacidad hasta 332 celdas de apilamiento y por estar ubicado frente a la planta de herbicidas que consume aproximadamente el 75% de los envases en estudio. Se planea la operación logística de movilizaciones, se asignan los recursos y se ejecuta en dos días, con la novedad de que fue necesario usar 45 celdas de almacenamiento de otra bodega por falta de capacidad de la bodega elegida.

Una vez culminada la movilización de los envases se efectuó la toma de datos para validar la prueba y los resultados se detallan en la tabla 43. En el anexo 2 se adjuntan fotografías representativas de los resultados de la aplicación del piloto.

Tabla 43. Información de envases movilizados entre bodegas

Envase	Pallets liberadas - estimado	Pallets liberadas - real	% variación pallets liberadas	Celdas requeridas - estimado	Celdas usadas -real	% variación celdas usadas
1 LP	85	81	-4,1%	42	45	6,5%
10 LP	68	64	-5,2%	34	36	6,7%
20 LM	73	71	-2,3%	48	52	7,3%
20 LP	68	65	-3,7%	34	36	6,7%
200 LM	104	101	-2,7%	80	86	7,7%
200 LP	42	40	-4,8%	21	24	14,3%
4 LP	42	39	-6,0%	21	22	6,0%
5 LP	87	83	-4,1%	38	42	11,6%
60 LM	18	17	-2,9%	9	10	14,3%
TOTAL	584	561	-3,9%	326	353	8,2%

Fuente: Elaboración Propia

Se encontró que fue posible liberar 561 pallets en estantería, lo que corresponde a un -3.9% por debajo de lo planeado, y las celdas de ocupación requeridas fueron de 353, es decir, un 8.2% más de lo planeado, dato que indica mayor ocupación de bodega en apilamiento de lo que se esperaba.

4.1.3.4. Ajustes y conclusiones del Piloto de optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías

De acuerdo con las variaciones encontradas, las eficiencias de la prueba piloto fueron del 96.7% para la liberación de estanterías y del 91.8% para el uso de celdas. Se optimizó el uso de 353 celdas de apilamiento a piso para libera 603 posiciones de pallet en estantería, situación que evidencia la viabilidad de la mejora. Es importante tener en cuenta que se presentaron las siguientes variaciones a la propuesta:

- Físicamente los envases ocupan posiciones de pallet en estantería adicionales a las que se puedan calcular teóricamente, al contener cantidades menores a la capacidad máxima, debido que, por diversas razones, especialmente por control de riesgo de contaminación cruzada, son devoluciones de plantas de proceso, y también por tratarse de mercancía dañada.
- La ocupación de celdas de apilamiento se ve incrementada debido a que las cantidades en de envases por cada referencia no las utilizan totalmente en cada fila y algunas de estas celdas quedan libres, pero no disponibles para otros envases, como se observa en la ilustración 55.

Ilustración 55. Celdas de apilamiento libres por restricción de tipo de envase

Fuente: Elaboración Propia

- La bodega # 1 (cobertizo # 1) fue insuficiente para almacenar todos los envases y fue necesario utilizar una zona de la bodega # 2 (cobertizo # 2), que se encuentra justo a su lado, para ocupar allí 45 celdas de apilamiento.

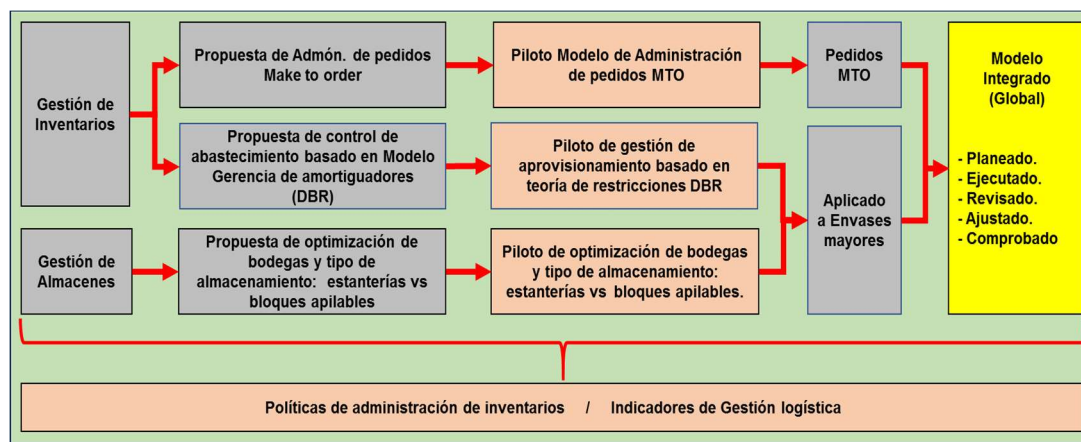
- Se concluye que las planeaciones de traslados de mercancía ubicadas en estantería para llevar a celdas de apilamiento deben considerar un margen de seguridad de mínimo el 8.2%.
- De acuerdo con los resultados obtenidos y el margen de diferencia encontrado se concluye que la propuesta de optimización de bodegas es factible y puede ser puesto en práctica para todas las mercancías.
- Para la optimización del almacenamiento se debe conocer el empaque el cual se reciben las mercancías e identificar la capacidad de apilamiento y de acuerdo con ello decidir si va a piso o estantería.
- Se deben revisar los empaques en que vienen las mercancías, y de acuerdo con sus características, identificar aquellos que presentan mayor nivel de apilamiento para que el área de compras coordine con los proveedores.

Los 561 pallets liberadas implican en promedio la eliminación de 1.122 movilizaciones de pallets (561 pallets x 2 movimientos) que generan un ahorro de \$ 7.854.000 (1.122 pallets x \$ 7.000 /pallet).

4.2. MODELO CONSOLIDADO DEL PILOTO GLOBAL

Tomando como base el modelo de Gestión Logística definidos en el marco teórico, se analizó el modelo de gestión de inventarios de La compañía y se presentaron cinco propuestas orientadas a su optimización: cuatro con enfoque administrativo y una para el manejo de bodegas. Finalmente se ha desarrollado un aprueba piloto global, compuesta por tres pruebas pilotos individuales integradas e interrelacionadas, que conllevan a un resultado de gestión consolidado, como se puede ser observado en la ilustración 56.

Ilustración 56. Diseño final de la prueba piloto integrado (global)



Fuente: Elaboración propia.

La prueba piloto global es satisfactoria, con resultados positivos, que indican la viabilidad y funcionalidad de su implementación, con apego a las políticas propuestas, como se presenta a continuación.

4.2.1. Conclusiones del piloto global

Al desarrollar la prueba piloto se pudo comprobar con los resultados que es posible optimizar el modelo actual de manejo de inventarios en La compañía para reducir el nivel de los mismos, liberar áreas de almacenamiento en bodegas y lograr los objetivos del proyecto. En la tabla 44 se presentan los resultados de la prueba piloto global.

Tabla 44. Resultados prueba piloto global

Indicador	Piloto pedidos MTO	Piloto DBR	Piloto optimización bodegas	Total
Periodo de ejecución	07/11/2016 al 30/01/2017	30/01/2017 al 06/05/2017	13/02/2017 al 25/03/2017	07/11/2016 al 06/05/2017
Exactitud de RFC	N/A	100%	N/A	100%
Permanencia del inventario	7,0	17,2	17,2	17,2
Reducción permanencia de inventario – días	28	77.8	-	106
Rotación en días (tomando los días de permanencia promedio)	7,0	17,2	17,2	17,2
Rotación en veces	52	21	21	21
Reducción de costos	12.240.000	118.328.000	7.854.000	138.422.000
Reducción en Movilizaciones de pallets	408	4.226	1.122	5.756

Indicador	Piloto pedidos MTO	Piloto DBR	Piloto optimización bodegas	Total
Nivel de servicio OTIF	100%	100%	100%	100%
Nivel del inventario - inicial	\$ 1.530.000.000	\$ 2.774.080.369	n/a	\$ 4.304.080.369
Nivel del inventario – final	-	552.144.125	n/a	552.144.125
Vr Reducción nivel del inventario	\$ 1.530.000.000	\$ 2.221.936.244	n/a	\$ 3.751.936.244
Ocupación pallets inicial	204	4.301	1.084	5.589
Ocupación pallets final	-	936	523	1.459
Reducción ocupación de pallets	204	3.365	561	4.130
Vejez del Inventario	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

- Periodo de ejecución: el período de ejecución del piloto global 07/11/2016 al 20/05/2017.
- Exactitud de RFC: Este indicador no aplica para el piloto de pedidos MTO por el tipo de pedido; tampoco aplica para el piloto de optimización de bodegas porque no genera variaciones del inventario; para el piloto de aprovisionamiento DBR se puede concluir que el RFC es del 100% por haber garantizado la disponibilidad de materiales dentro del tamaño del amortiguador y no generar ruptura de inventarios o faltantes.
- Permanencia del inventario: en el piloto MTO el tiempo promedio de permanencia del producto es de siete (7) días, con una reducción de 28 días con respecto a los 35 del modelo inicial, lo que corresponde a una reducción del 80%; en el piloto DBR la permanencia promedio de los envases es de 17.2 días, con una reducción de 77.8 con respecto los 95 días del modelo inicial, indicando una reducción del 81.91%; para el piloto de optimización de bodegas la permanencia es de 17.2 días por tratarse de los mismo envases mayores de la propuesta de DBR. Los tres pilotos reflejan una reducción promedio del 80.9% en la permanencia del inventario. Se obtiene una reducción total de 106 días permanencia del inventario: 28 días en piloto MTO y 78 días en piloto DBR.
- Rotación en días: al analizar específicamente los materiales involucrados en cada piloto parcial, se concluye que los días de rotación son los mismos de permanencia, ya que los niveles implementados tiene al “amortiguador” como límite de control, generando un valor de promedio muy cercano a éste, por

tanto, sacar promedios con datos históricos, muy elevados genera distorsión en los resultados; para el piloto MTO son siete (7) días, para piloto DBR son 17.2 días y para piloto de optimización de bodegas es de 17.2 días, con una reducción promedio del 80.9%.

- Rotación en veces: al dividir 365 días que tiene el año entre los días de rotación se obtiene el indicador de rotación expresado en el número de veces que rota inventario; el resultado del piloto MTO es de 52 veces; para los pilotos DBR y optimización de bodegas es de 21.2 veces, cifras muy superiores a los 2.71 veces registrado al inicio del piloto.
- Reducción de costos: Se logran bajar los costos del almacenamiento por valor de \$ 138.422.000 por concepto de menor utilización de bodegas al disminuir el inventario y la eliminación de movilizaciones de ese inventario reducido.
- Reducción en Movilizaciones de pallets: los resultados de los pilotos indicaron reducción del nivel de inventario, lo que permite eliminar en promedio 5.756 movilizaciones de pallets por falta de espacio en bodegas.
- Nivel de servicio OTIF: el oportuno despacho de pedidos del piloto MTO y la adecuada disponibilidad de envases mayores del piloto DBR indican un OTIF del 100%.
- Valor de reducción en el nivel del inventario: el piloto registra un inventario inicial de \$4.304.080.369 y un inventario final de \$ 552.144.125, indicando una reducción de \$\$ 3.751.936.244 equivalente al 87.2% del valor inicial; los valores no aplican para el piloto de optimización de bodegas ya que en éste no se genera variación de inventarios.
- Reducción ocupación pallets: los materiales usado en el desarrollo del piloto generan una ocupación de bodegas inicial de 5.589 pallets y una ocupación final de 1.459 pallets, lo que indica una reducción de 4.130 pallets que corresponden a una reducción del 73.9% con respecto al valor inicial.
- Vejez del Inventario: los productos de la prueba piloto están disponible para uso y su permanencia es menor o igual a 17.2 días, muy por debajo a los 120 días de la política de la compañía, además no se registran cantidades fuera de especificaciones, lo que concluye un valor de cero (0).

4.3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.

Con base en los resultados del piloto desarrollado, se propone implementar la propuesta de mejora a la gestión de inventarios de La compañía de acuerdo con el ciclo PHVA; por su relación directa con el proyecto, será el jefe de Logística el encargado de promover y dirigir la implementación del proyecto. Los tiempos se miden en semanas teniendo en cuenta que son los periodos de tiempo preferiblemente usados por la Compañía en lo referente a la planeación y seguimiento de producción, a partir de las cuales se disparan todas las demás actividades, especialmente la de aprovisionamiento. A continuación, se describe cada una de las fases del ciclo de mejora para el plan de implementación:

4.3.1. Planear

4.3.1.1. Presentación del proyecto de implementación:

De acuerdo con el modelo de gestión logística de inventarios definido en el marco teórico, en esta fase es necesario identificar los diferentes funcionarios que tiene relación directa con la ejecución del proyecto, y convocarlos a reunión para presentar la conformación, los beneficios, las ventajas y la estructura general de la implementación. El tiempo estimado es de una semana y se constituye como la semana No. 1.

4.3.1.2. Establecer el equipo de implementación:

Esta fase consiste en identificar los líderes de proceso que de acuerdo con su experiencia, conocimientos, habilidades y participación directa en la gestión de inventarios conformarán el equipo que asumirá el reto de desarrollar el proyecto de implementación; los nombres de los candidatos y función principal se envían a los diferentes directores de área, quienes en reunión deben definir al respecto. Las personas

elegidas tienen la responsabilidad de ejecutar el proyecto de acuerdo con las mejoras presentadas en la prueba piloto. El tiempo estimado para esta actividad es de una semana y se inicia en la semana No. 2.

4.3.1.3. Capacitación del equipo implementador:

Todos los miembros del equipo deben recibir entrenamiento específico frente a su papel en la implementación del proyecto de acuerdo con las diferentes mejoras propuestas: Pedidos MTO, abastecimiento DBR y optimización de almacenes, ya que son los actores directos en la ejecución de las actividades. Adicionalmente se deben capacitar en las políticas de gestión de inventarios e indicadores de gestión, como normas de desempeño y herramientas control respectivamente, El tiempo estimado para esta actividad es de una semana y se inicia en la semana No. 3.

4.3.2. Hacer

4.3.2.1. Asignación de Recursos de apoyo:

- Desarrollar el proyecto implica la identificación y asignación de recursos; éstos son:
 - Un funcionario dedicado al proyecto, con conocimientos logísticos y buen manejo de las herramientas tecnológicas e informáticas. Actualmente no disponible por carga laboral y por tanto debe ser contratado.
 - Un computador portátil adicional, actualmente disponible.
 - Licencias de software, actualmente disponible.
 - Un puesto de trabajo personal, actualmente disponible.
 - Acceso a las bases de datos; factible de acuerdo con perfil y misión del cargo.
 - Acceso a las comunicaciones: email, teléfono, actualmente disponibles.
 - Los recursos económicos corresponden al costo del funcionario dedicado; de acuerdo con los niveles salariales y ubicación del cargo se calcula un

salario promedio de \$ 1.500.000 al mes, cuyo costo total mensual se estima en \$2.400.000.

Esta fase de asignación de recursos se prevé que puede, se desarrollan en tres semanas, de acuerdo con las políticas de aprobaciones y trámites internos, y debe ejecutarse desde la semana No. Uno para garantizar disponibilidad de recursos en la semana de implementación.

4.3.2.2. Implementación del proyecto:

La fase de implementación del proyecto corresponde específicamente a la ejecución de actividades propias planteadas en la prueba piloto: Pedidos MTO, abastecimiento DBR y optimización de almacenes. Implica llevar a la práctica, las herramientas planteadas en la propuesta.

- Socializar las mejoras específicas con personal de apoyo, para que tengan la información y conocimientos necesarios y se facilite su gestión.
- Identificación y/o diseño de bases de datos para registro de información, las cuales serán el soporte del manejo de la información confiable.
- Determinar plazos para entrega de información y alimentación de bases de datos, para garantizar la calidad, oportunidad y disponibilidad de información para toma de decisiones.
- Identificación y/o diseño de herramientas para obtener, organizar, clasificar y alimentar información en bases de datos.
- Desarrollar procedimientos e instructivos, generales específicos, de acuerdo con las mejoras: Pedidos MTO, abastecimiento DBR y optimización de almacenes.
- Ejecutar las tareas propias de cada mejora que conforman el proyecto; en términos generales se alimenta de las actividades diarias.

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	PLAZO Semanas	Semana de inicio	MES 1				MES 2				MES 3			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5.2 Identificación y/o diseño de bases de datos para registro de información.	Equipo implementador	2	4												
5.3 Determinar plazos para entrega de información y alimentación de bases de datos.	Equipo implementador	1	5												
5.4 Identificación y/o diseño de herramientas para obtener, organizar, clasificar y alimentar información en bases de datos.	Equipo implementador	2	6												
5.5 Desarrollar procedimientos e instructivos, generales específicos, de acuerdo con las mejoras: Pedidos MTO, abastecimiento DBR y optimización de almacenes	Equipo implementador	2	6												
5.6 Ejecutar las tareas propias de cada mejora que conforman el proyecto.	Equipo implementador	4	8												
6, Seguimiento y evaluación de desempeño.		1	12												
6.1 Seguimiento al desarrollo y revisión del desempeño del proyecto.	Gerencia de P&L	1	12												
7. Ajustar desviaciones del proyecto,		1	12												
7.1 identificar las desviaciones y desarrollar acciones de ajuste	Gerencia de P&L	1	12												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Indicadores de cumplimiento del plan de trabajo

Nombre	Objetivo	Medición	Frecuencia	Meta
Nivel de participación de las áreas en el equipo implementador:	Fomentar la participación de todas las áreas clave en la cadena logística en la conformación del equipo implementador.	(Número de áreas que tienen representación en el equipo implementador / Total de áreas que deben participar en el equipo implementador)*100%	Semanal	100%
Nivel de asistencia a las capacitaciones:	Fomentar el compromiso del equipo implementador por asistir a las capacitaciones.	(Número de personas asistentes a las capacitaciones / Total de personas programadas para asistir a las capacitaciones)*100%	Semanal	100%
Cumplimiento del suministro de los recursos de apoyo	Garantizar que se suministren oportunamente los recursos de apoyo	(Número de recursos entregados en el período / Total de recursos que debieron entregarse en el periodo)*100%	Semanal	100%
Cumplimiento en reportes e informes	Proporcionar oportunamente la información sobre los resultados de la implementación de la propuesta	(Número de reportes entregados en el periodo / Total de reportes que debieron entregarse en el periodo)*100%	Semanal	100%
Cumplimiento de los compromisos de las reuniones	Fomentar la ejecución oportuna de los compromisos derivados de las reuniones y análisis de reportes.	(Número de compromisos cumplidos oportunamente en el periodo / Total de compromisos que debieron ser cumplidos en el periodo)*100%	Semanal	100%

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto tuvo como objetivo el diseñar una propuesta de mejora a la gestión del modelo de inventarios en La compañía a partir del análisis de la situación actual y la identificación de los aspectos clave que inciden en los resultados, para la determinación de los elementos bajo los cuales se enfoca la propuesta de mejoramiento. La ejecución del proyecto permite concluir:

- Existe exceso en los inventarios en Adama Andina; los indicadores demuestran que es posible reducir los niveles sin generar rupturas o faltantes; se requiere la integración de los diferentes actores de la cadena logística que inciden en su desempeño, con comunicaciones oportunas y efectivas y actuación en sinergia, efectuando control permanente con la aplicación de la herramienta de aprovisionamiento basado en teoría de restricciones DBR y asignando los productos a almacenamiento en bodegas a piso o estanterías considerando la consolidación por pallet y el máximo nivel de apilamiento.
- El piloto global generó una reducción en la ocupación de bodegas por 4.130 posiciones de pallet, que corresponden al 77.4% de las 5.338 de déficit inicial; de acuerdo con esto, el requerimiento bajó de 13.481 pallets a 9.351 pallets, que, comparado con la capacidad máxima de 8.143 pallets, se determina un déficit final únicamente de 1.208 pallets en almacenamiento.
- Con la aplicación de la propuesta de mejora para la optimización de bodegas por coeficiente de apilamiento en piso vs almacenamiento en estanterías en los productos diferentes a los envases mayores, se estima una reducción de 906 pallets en las materia prima y productos terminados empacados en tambores metálicos de 200 Litros, como se observa en la tabla 45. Para los demás

productos existe una relación directa entre la liberación de estanterías y la ocupación en piso, por tanto, no generan liberaciones posibles de pallets.

Tabla 47. Liberación estimada de bodegas con la propuesta de mejora en la gestión de almacenes.

Tipo producto	Material	Pallets ocupadas en estantería	Nivele de Apiilam.	Factor de liberación por pallet (FL)	Posiciones requeridas a piso	Pallets de piso para enviar a estantería	Pallets liberadas
MP / PT	20 Lp	196	1	1	196	196	-
MP / PT	20 Lm	93	2	1	47	93	-
MP / PT	200 Lm	2.718	3	1	906	1.812	906
MP / PT	200 Lp	1.200	2	1	600	1.200	-
MP / PT	60 Lm	591	2	1	295	591	-
MP / PT	Tatucos cartón	114	2	1	57	114	-
MP / PT	Big bag	871	2	1	436	871	-
MP / PT	Sacos x 25 Kg	1.620	1	1	1.620	1.620	-
PT	1 Lp	970	1	1	970	970	-
PT	4 Lp	480	1	1	480	480	-
PT	5 Lp	440	1	1	440	440	-
PT	10 Lp	240	1	1	240	240	-
Total Liberación pallets							906

Fuente: Elaboración propia

- Con la organización de bodegas de acuerdo con la propuesta de optimización de por coeficiente de apilamiento en piso vs estanterías, el déficit de almacenamiento se reduce en 906 pallets, pasando de 1.208 a 302, generando un promedio de ocupación final de 120 posiciones de pallets a piso, cuya área total requerida se calcula en 180 m2.
- De acuerdo con los resultados del piloto y las estimaciones realizadas, en La compañía no se requieren áreas adicionales de almacenamiento. Las optimizaciones de los inventarios lograda con la aplicación del piloto permiten

ubicar las mercancías en bodegas con cumplimiento de prácticas seguras y eficientes.

- El análisis de la gestión de logística de inventarios, basado en el modelo planteado en el marco teórico, permitió identificar la situación inicial y los puntos en los cuales se requería intervención, como se justifica en los resultados de la prueba piloto.
- Los pallets de producto que aún no pueden ser ubicadas en bodegas, se almacenan patios, previa verificación de sus características, liberando corredores y pasillos; los tiempos de atención a producción se ejecutan adecuadamente, con movilizaciones y traslados acordes a las distancias y tipos de productos. Se eliminan los demoras, reprocesos y movimientos adicionales.
- Las operaciones logísticas alcanzan un alto nivel de seguridad al contarse con áreas de transito libres, reduciendo el riesgo de accidentes.
- De acuerdo con los resultados de la prueba piloto, la propuesta de aprovisionamiento DBR es una herramienta ideal para el manejo de inventarios en La compañía; permite el control de abastecimiento de materiales en las cantidades y tiempos que exigen los productos, considerando sus restricciones e índice de salidas.
- Las propuestas presentadas son viables y funcionales de acuerdo con los resultados de la prueba piloto; se recomienda su implementación.

BIBLIOGRAFÍA

- García, Segura, Vicente. Manipulación de cargas con carretillas elevadoras
- Soler, D. (2017). Unidades de carga en el transporte (2a. ed.).
- Hernández, B. L. C. (2017). Técnicas operativas en almacén.
- Flamarique, S. (2017). Gestión de operaciones de almacenaje.
- Mauleón, M. (2003). Sistemas de almacenaje y picking
- Vega, M. P. (2006). Teoría de sistemas y evaluación de programas sociales. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Zapata, A., y otros, (2009). Teorías contemporáneas de la Organización y el management. Editorial: ECOE Ediciones
- Mora, G. L. A. (2010). Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Mora, G. L. A. (2014). Logística del transporte y distribución de carga. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Mora, G. L. A. (2011). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Mora, G. L. A. (2012). Indicadores de la gestión logística. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Beltran, J.M. (2008). Indicadores de gestión: guía práctica para estructurar acertadamente esta herramienta clave para el logro de la competitividad. 3R Editores. Segunda Edición. Colombia.
- Ballou, B. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Editorial Prentice Hill. Quinta Edición. México.
- Chapman, S. (2006). Planificación y control de la producción. México. Pearson Educación, 2006. 3-4 p.
- Walton, M. (2004). El método Deming en la práctica. Editorial Norma.

ANEXOS

ANEXO 1. PREGUNTAS DE ENTREVISTA SITUACIÓN ACTUAL GESTIÓN
DE INVENTARIOS Y ALMACENES

SITUACIÓN ACTUAL GESTIÓN DE INVENTARIOS Y ALMACENES	
Fecha de la entrevista:	
Nombre entrevistado:	Cargo:
A. Planeación de la demanda	
1	¿De qué manera establecen cuánto y cuándo producir?
2	¿Aplican algún modelo para planear la demanda?, ¿cuál?, ¿está apoyado de herramientas tecnológicas?
3	¿Tienen políticas definidas para realizar la planeación de la demanda?
4	¿Cómo se verifica el cumplimiento de lo planeado?, ¿Tienen definida una periodicidad de seguimiento e indicadores?
5	¿Se tiene una identificación y clasificación de clientes?
B. Manejo de pedidos Make To Order	
6	¿Cómo se da en La compañía el recibo y tratamiento de pedidos make to order?
7	¿Quiénes intervienen en este proceso?
8	¿Qué información se maneja en cada etapa del proceso?
9	¿Tienen políticas definidas para tratar los pedidos Make To Order?
10	¿Cómo se verifica el cumplimiento de lo planeado para los pedidos MTO?, ¿Tienen definida una periodicidad de seguimiento e indicadores?
11	¿Se han presentado incumplimientos a las entregas al cliente u otros inconvenientes?
C. Gestión de abastecimiento	
12	¿Se tienen tiempos de entrega definidos de parte de los proveedores?
13	¿En qué condiciones se realizan solicitudes de pedidos a los proveedores?, ¿Cómo identifican que necesitan pedir a sus proveedores?
14	¿Qué tan confiables son sus proveedores?, ¿Se han presentado incumplimientos en la entrega de parte de los proveedores?

15	¿Qué tipos de inventarios maneja la compañía?
16	¿Con cuanta periodicidad se revisan los inventarios?, ¿Utilizan herramientas tecnológicas?
17	¿Qué políticas de inventarios tienen definidas?
18	¿Tienen definida una periodicidad de seguimiento e indicadores de gestión de inventarios?
19	¿Cómo se controlan los niveles de inventario de los productos?
20	¿Cuál es el nivel de rotación por tipo de producto? (rotación en días y veces)
21	¿Cuál es la edad del inventario actual? (% de productos en qué edad están)?
D. Gestión de almacenes	
22	¿Con qué infraestructura de almacenamiento cuenta la compañía? (bodegas, capacidad)
23	¿Están definidos el uso de cada una de las bodegas?
24	¿Están definidos a ubicación de cada tipo de producto en las bodegas?
25	¿Cuáles son las unidades de almacenamiento que manejan?
26	¿Los productos en la bodega están claramente identificados?
27	¿Qué nivel de ocupación tienen las bodegas actualmente?
28	¿Cómo se verifica el aprovechamiento apropiado de las bodegas?, ¿Tienen definida una periodicidad de seguimiento e indicadores?

ANEXO 2. IMÁGENES DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ALMACENAMIENTO



Imágenes 1 y 2: Bodega de productos terminados antes de la prueba piloto; estanterías llenas y pasillos obstruidos con mercancías.



Imágenes 3 y 4: Bodega de productos terminados después de la prueba piloto; mercancías almacenadas adecuadamente, con pasillos libres.



Imagen 5: patio de operaciones antes de la prueba piloto; almacenamiento de mercancías en exteriores.



Imagen 6: patio de operaciones después de la prueba piloto; áreas libres y aseadas.



Imagen 7: almacenamiento de envases en estanterías antes de la prueba piloto.



Imagen 8: cambio en el modelo de almacenamiento de envases; ejecución de prueba piloto en el traslado desde estanterías a bloques apilables en pallets.



Imágenes 9 y 10: almacenamiento de envases en bloques apilables sobre pallets, después de la prueba piloto.

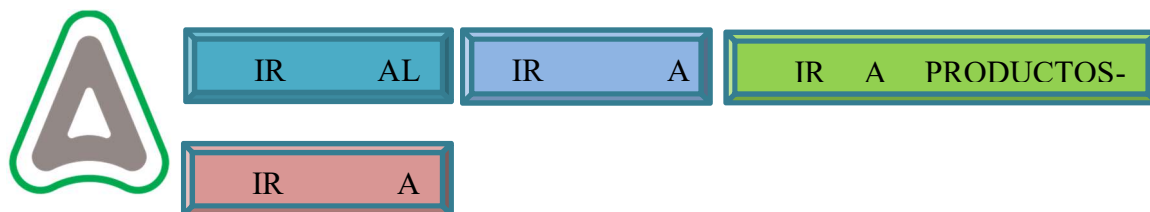


Imagen 11: Bodega de materias primas antes de la prueba piloto; estanterías llenas y pasillos obstruidos con mercancías.



Imagen 12: Bodega de materias primas después de la prueba piloto; mercancías almacenadas adecuadamente, con pasillos libres.

b) Instrucciones para diligenciar el formato.



INSTRUCCIONES PARA DILIGENCIAR LA SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO)

1. GENERALIDADES.

A continuación, se presentan los aspectos más importantes a tener en cuenta para diligenciar una solicitud de pedido MTO.

Un pedido Make to order (MTO) es aquel que corresponde a productos con diseño especial por cada cliente. Que se pactan para fabricación bajo pedido y que no está previsto en el plan RFC (pronósticos).

Durante las negociaciones con el cliente asegúrese de obtener toda la información requerida para diligenciar el formato de SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO); esto garantiza toda la información necesaria para todas las áreas de proceso puedan ejecutar eficientemente las actividades necesarias para atender el pedido.

La fecha de entrega requerida por el cliente debe ser confirmada previa verificación con el área de Planeación y Logística.

- Asignar número consecutivo de pedido; éste es indispensable para identificación del mismo en todo el proceso.
- Diligencie todos los campos en color “amarillo”, éstos son obligatorios; en caso que no aplique registrar N/A.
- Seleccionar el código de “CLIENTE” en la lista desplegable de la celda respectiva; en caso de no encontrarlo, vaya a “CREACIÓN DE CLIENTES NUEVOS”. Al seleccionar un código de cliente se actualiza automáticamente la información básica de éste.
- Seleccionar el código de “MATERIAL” en la lista desplegable de la celda respectiva; en caso de no encontrarlo, vaya a “CREACIÓN DE PRODUCTOS NUEVOS”.

Los campos de “MATERIAL” corresponden al consecutivo de identificación inicial de cada producto según acordado con el cliente, y a partir del cual se registra en sistema SAP. Al seleccionar un código de producto en la lista desplegable se actualizan automáticamente los datos básicos de producto.

- Registre las cantidades requeridas por el cliente en volumen total de litros o kilos; tenga en cuenta la presentación de empaque del producto y asegúrese de que la cantidad comprometida corresponda a unidades completas.

- Registre los precios unitarios teniendo en cuenta la moneda acordada.

- Es indispensable garantizar la disponibilidad de la receta para que se puedan planear los materiales y líneas de producción. En caso de corresponder a una formulación existente registre el nombre del producto. Un cambio puede generar graves consecuencias en la molécula de producto y reprocesos.

- Es indispensable tener la hoja de datos de seguridad del producto (MSDS) específica del cliente; en caso de corresponder a una formulación existente registre el nombre del producto. Un cambio puede generar sanciones por mala identificación de producto, demoras y reprocesos.

- Es indispensable contar con el arte de la etiqueta de producto aprobada por el cliente; no se puede comprometer fecha de entrega sin esta información. Puede generar retrasos y reprocesos.

- La orden de compra del cliente es indispensable para garantizar la seriedad y confirmación del pedido.

- Para el caso de clientes nuevos, el diligenciamiento de este formato no implica documento oficial para activar procesos de fabricación y despacho; es indispensable contar con las aprobaciones de las Gerencias Financiera y de Cartera. La información del formato es útil para que los interesados revisen sus procesos y efectúen una pre-planeación, que será activada una vez se reciban las aprobaciones.

- Para productos nuevos se debe contar con toda la información técnica del cliente.

2. CREACIÓN DE CLIENTES NUEVOS

- Seleccione la hoja “Clientes” y registre en la última fila toda la información correspondiente al nuevo cliente; asegúrese de diligenciar todas las casillas; en la ceda COD_SAP registre la palabra “PENDIENTE” indicando que debe ser registrada en SAP.
- Asegúrese de haber recibido todos los documentos requeridos en el formato de creación clientes, y junto con el formato de SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO) solicite a la Gerencia de Cartera la creación respectiva.
- Confirmar el pedido al cliente únicamente cuando se tenga autorizaciones de Gerencia Financiera y Gerencia de Cartera.
- Vaya a hoja de "pedido"

3. CREACION DE PRODUCTO NUEVO

- Vaya a la hoja de "Productos precios"
- Asegures de conocer las especificaciones de producto; en caso de corresponder a una formulación existente registre el nombre del producto.
- Registre adecuadamente y en su totalidad la información solicitada en la hoja de Lista de Precios.
- Vaya a hoja de "pedido"

c) Registro maestro de clientes

REGISTRO MAESTRO DE CLIENTES

➤ IR AL INSTRUCTIVO

1	2	3	4	5	6	7
Cliente	Codigo cliente SAP	NIT / CC	Dirección	Telefono	Ciudad	Contacto

➤ IR AL PEDIDO

➤ IR A PRODUCTOS-PRECIOS

8	9	10	11	12
Solicitado por	Incoterms	Moneda		Tipo Cliente / pedido

➤ IR A POLITICA

13	14	15	16
Forma de Pago	NOMBRE CONTACTO	TELEFONO CONTACTO	EMAIL CONTACTO

d) Lista de precios

LISTA DE
PRECIOS.

[IR AL INSTRUCTIVO](#)
[IR A CLIENTES](#)

1	2	3	4	5	6	7
CODIGO GENERICO	CODIGO SAP	PRODUCTO	PRESENTACION	COSTO	PRECIO VENTA	CONTENIDO

[➤ IR AL PEDIDO](#)
[➤ IR A POLITICA](#)

8	9	10	11	12	13
LT/KL	PESO NETO (kg)	PESO BRUTO (kg)	EMBALAJE	CODIGO UN	CODIGO IMO

e) Política de nuevos productos



POLITICA DE NUEVOS PRODUCTOS

1. OBJETIVO

Definir las políticas y procesos para la creación de nuevos productos

2. ALCANCE

Todas las áreas y en especial: Planta, Comercial, Mercadeo, Técnica, Producción, Control de Calidad y Costos.

3. DEFINICIONES

Productos nuevos: Se refiere a productos que se comercializarán por primera vez, y que pueden ser modificaciones de productos ya existentes en el portafolio (mezcla de activos, cambio en concentraciones, formulaciones o tipos de presentación).

Para el caso de clientes del exterior o especiales, productos nuevos se refiere a nuevas presentaciones o empaques de productos ya existentes (una nueva marca o un nuevo cliente que requiera formulacione ya existentes).

Template de productos nuevos: Es un formato elaborado por el área de mercadeo que reúne toda la información básica del producto (principales cultivos, competidores, ingrediente activo).

Comité Técnico: Estará conformado por personal de la Gerencia Técnica, Control de Calidad, Gerencia de Planta y Gerencia de Mercadeo, estará a cargo de la evaluación técnica de los nuevos productos. Este Comité se deberá reunir por lo menos una vez al mes, dejando las actas de decisiones que seas necesarias.

Fórmula de Productos: Es la fórmula que contiene todos los elementos (ingrediente activo, solventes, tenso-activos, materiales de empaque, entre otros) necesarios para elaborar un producto.

3. PROCEDIMIENTO DE PRODUCTOS NUEVOS

3.1 Generar formato de productos nuevos y radicar en área técnica con receta respectiva

3.2 Elaboración de la fórmula del producto nuevo mediante el diligenciamiento de Sección I y II del formato de productos nuevos Comité Técnico

3.3 Evaluación financiera (Costeo estimado, análisis de rentabilidad, decisión sobre viabilidad financiera, rentabilidad mínima) - Sección III y IV del formato productos nuevos Costos

3.4 Aprobación producto nuevo Presidencia - Comité de Gerencia

3.5 Creación del producto nuevo en SAP Costos

3.6 Actualización del plan de compras y de producción (MRP)Planeación – Producción

3.7 Aprovisionamiento de materias primas y materiales Compras

3.8 Proceso productivo Producción

3.9 Costeo final de productos y ajuste de precio de ventas Costos – Mercadeo

SOLICITUD DE PEDIDO MAKE TO ORDER (MTO)

Despacho en tres contenedores de 20' y requieren inspección Cotecna; usar etiqueta generica de producto. Maracs estandar sustancias peligrosas.

[illegible]

[illegible]

ANEXO 6. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL MODELO DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES

fecha	Semana	1 LP		10 LP		20 LM		20 LP		200 LM		200 LP		4 LP		5 LP		60 LM		Vr total inventario real	Vr total inventario DCR
		Saldo real 1 LP	Saldo DCR 1 LP	Saldo real 10 LP	Saldo DCR 10 LP	Saldo real 20 LM	Saldo DCR 20 LM	Saldo real 20 LP	Saldo DCR 20 LP	Saldo real 200 LM	Saldo DCR 200 LM	Saldo real 200 LP	Saldo DCR 200 LP	Saldo real 4 LP	Saldo DCR 4 LP	Saldo real 5 LP	Saldo DCR 5 LP	Saldo real 60 LM	Saldo DCR 60 LM		
1/08/2016	1	330.249	330.249	15.243	15.243	18.917	18.917	16.701	16.701	745	745	867	867	37.812	37.812	94.382	94.382	2.342	2.342	\$ 1.732.808.115	\$ 1.732.808.115
8/08/2016	2	381.649	381.649	24.922	24.922	21.917	21.917	13.251	13.251	2.645	1.645	1.127	1.127	67.812	67.812	120.382	120.382	3.102	3.102	\$ 2.301.577.177	\$ 2.217.206.177
15/08/2016	3	371.375	346.375	21.942	21.942	29.509	19.509	19.251	13.251	2.435	1.435	1.227	767	86.302	66.302	140.382	120.382	4.642	2.642	\$ 2.702.302.257	\$ 2.049.554.977
22/08/2016	4	333.113	308.113	32.290	17.290	26.703	16.703	17.051	11.051	2.005	1.005	1.417	497	61.094	61.094	120.382	100.382	4.202	2.202	\$ 2.476.387.575	\$ 1.730.752.015
29/08/2016	5	358.001	273.001	32.290	17.290	29.878	14.878	20.531	6.531	2.525	525	1.522	372	98.487	58.487	150.382	100.382	5.882	1.882	\$ 2.928.182.794	\$ 1.541.415.094
5/09/2016	6	347.173	262.173	27.815	12.815	29.878	14.878	20.531	6.531	2.205	205	1.392	472	97.980	57.980	138.982	88.982	5.662	1.662	\$ 2.799.377.021	\$ 1.429.878.461
12/09/2016	7	359.168	214.168	31.030	6.030	29.878	14.878	17.131	6.131	2.205	605	1.542	392	108.549	48.549	162.582	72.582	5.402	1.402	\$ 2.938.936.270	\$ 1.253.302.970
19/09/2016	8	352.305	147.305	27.830	3.830	28.462	13.462	20.931	1.931	1.795	565	1.372	452	108.195	48.195	150.582	60.582	5.022	1.022	\$ 2.804.972.986	\$ 1.035.819.226
26/09/2016	9	295.821	90.821	25.079	8.079	28.462	13.462	17.231	1.231	2.525	325	1.752	372	101.700	41.700	174.582	44.582	4.992	692	\$ 2.854.923.825	\$ 846.952.785
3/10/2016	10	332.824	27.824	32.065	8.065	23.847	8.847	12.831	1.831	2.525	725	1.502	352	107.964	27.964	160.182	30.182	4.992	192	\$ 2.752.333.643	\$ 587.029.743
10/10/2016	11	301.373	42.373	30.048	9.048	29.853	4.853	19.031	3.031	2.365	765	1.602	192	107.303	27.303	144.482	15.482	4.482	82	\$ 2.779.082.098	\$ 461.072.918
17/10/2016	12	338.379	62.379	30.048	12.048	29.853	8.853	16.231	8.231	2.315	715	1.502	552	97.074	17.074	120.482	5.482	4.222	422	\$ 2.623.209.731	\$ 514.697.631
24/10/2016	13	305.295	61.295	24.285	8.285	29.853	9.853	12.031	5.031	2.935	535	1.622	442	115.268	15.268	120.482	21.482	4.902	702	\$ 2.692.476.363	\$ 598.321.123
31/10/2016	14	346.794	110.794	31.795	5.795	28.527	8.527	19.031	7.031	2.345	45	1.342	392	109.406	18.406	134.482	29.482	4.902	1.302	\$ 2.776.107.805	\$ 971.932.005
7/11/2016	15	314.643	111.643	27.032	6.032	30.323	5.323	16.031	8.031	2.285	285	1.432	252	104.042	15.042	131.282	26.282	4.902	1.702	\$ 2.692.678.469	\$ 618.138.629
14/11/2016	16	330.648	65.648	34.232	6.232	27.532	3.532	11.831	4.831	2.245	845	1.412	462	116.662	13.662	117.282	28.282	4.902	1.702	\$ 2.631.101.057	\$ 571.826.957
21/11/2016	17	270.609	38.609	28.091	5.091	29.318	3.318	18.831	4.831	2.225	925	1.432	482	101.433	3.433	137.282	31.282	5.352	1.152	\$ 2.688.033.034	\$ 488.353.034
28/11/2016	18	311.126	83.126	33.131	3.131	26.815	3.815	15.631	6.631	2.445	1.045	1.557	377	96.501	5.501	119.282	27.282	5.152	952	\$ 2.584.393.494	\$ 538.326.254
5/12/2016	19	283.428	115.428	31.430	7.430	32.207	2.207	14.031	8.031	2.445	1.045	1.367	417	109.281	14.281	134.882	12.882	4.852	1.052	\$ 2.736.744.568	\$ 552.115.668
12/12/2016	20	357.378	148.378	35.029	6.029	27.996	9.996	20.631	9.631	3.045	1.245	1.444	264	107.383	17.383	130.482	6.482	4.482	682	\$ 2.823.326.254	\$ 546.290.814
19/12/2016	21	305.212	124.212	33.797	5.797	27.587	4.587	19.031	9.031	3.045	1.245	1.684	274	103.855	28.855	117.282	7.282	4.482	682	\$ 2.685.169.942	\$ 631.980.362
26/12/2016	22	330.667	75.667	31.197	10.197	30.389	8.389	18.431	10.431	3.045	1.245	1.594	184	103.249	30.249	107.682	2.682	4.432	1.032	\$ 2.696.533.054	\$ 677.998.674
2/01/2017	23	316.423	113.423	35.303	5.303	30.389	12.389	17.831	10.831	3.035	1.235	1.764	124	123.249	34.249	125.682	16.682	4.432	1.032	\$ 2.662.923.824	\$ 699.220.184
9/01/2017	24	359.750	131.750	29.664	2.664	29.593	11.593	24.431	10.431	3.035	1.235	1.648	8	98.284	9.284	125.682	47.682	4.262	1.062	\$ 2.816.079.799	\$ 870.277.879
16/01/2017	25	326.661	112.661	33.210	1.210	29.593	11.593	24.431	11.431	3.035	1.235	1.798	158	116.078	7.078	133.282	47.282	5.482	782	\$ 2.967.814.303	\$ 840.199.383
23/01/2017	26	379.382	121.382	36.540	540	29.958	7.958	21.431	8.431	2.785	985	1.627	447	134.623	30.623	128.082	42.082	5.162	462	\$ 3.019.697.882	\$ 806.890.242
30/01/2017	27	337.317	113.317	33.408	4.408	29.152	7.152	17.931	4.931	2.705	905	1.387	207	125.193	23.193	112.482	39.482	4.952	652	\$ 2.774.080.342	\$ 709.531.902
6/02/2017	28	271.475	74.475	28.052	10.052	25.747	3.747	16.931	3.931	2.545	745	1.177	457	116.333	27.333	91.682	23.682	4.452	152	\$ 2.428.513.350	\$ 544.288.190
13/02/2017	29	233.915	78.915	23.452	8.452	23.240	2.240	13.531	4.531	2.385	585	1.057	567	103.477	24.477	91.682	39.682	4.132	32	\$ 2.202.100.946	\$ 567.440.526
20/02/2017	30	202.231	113.231	17.132	7.132	22.033	5.033	10.931	2.931	2.225	425	857	597	85.267	14.267	91.682	59.682	3.712	12	\$ 1.975.201.220	\$ 672.425.140
27/02/2017	31	173.639	121.639	17.112	6.712	20.429	5.429	9.531	4.531	1.985	185	777	517	81.626	23.626	65.682	33.682	3.332	32	\$ 1.707.526.999	\$ 600.911.919
6/03/2017	32	139.362	119.362	6.752	7.752	16.223	4.223	7.331	5.331	1.845	45	927	497	73.422	34.422	65.682	33.682	3.092	102	\$ 1.509.420.937	\$ 619.440.397
13/03/2017	33	134.563	143.563	2.602	6.602	16.603	4.603	6.131	5.131	1.630	30	222	422	65.668	29.668	46.882	40.882	2.712	12	\$ 1.278.233.310	\$ 648.016.710
20/03/2017	34	121.453	164.453	782	4.782	12.393	2.393	4.321	3.321	1.580	180	372	572	54.218	26.218	46.882	40.882	2.442	142	\$ 1.108.827.310	\$ 621.016.710
27/03/2017	35	109.054	154.054	5.432	10.432	11.368	3.368	2.301	1.301	1.500	300	392	592	42.568	14.568	20.482	33.482	2.122	222	\$ 892.532.422	\$ 568.280.822
3/04/2017	36	107.149	152.149	7.222	11.222	9.536	5.536	2.241	1.241	1.340	340	152	352	31.928	8.928	5.682	16.682	1.682	182	\$ 702.604.624	\$ 533.643.224
10/04/2017	37	86.975	146.975	8.352	8.352	4.116	1.116	2.141	4.141	1.100	100	142	342	13.478	1.478	12.682	27.682	1.322	22	\$ 500.360.066	\$ 413.139.266
17/04/2017	38	49.136	124.136	11.351	11.351	2.476	1.476	541	2.541	1.020	220	192	392	4.548	3.548	25.682	39.682	1.262	562	\$ 440.910.380	\$ 492.851.580
24/04/2017	39	21.361	81.361	12.523	12.523	5.259	4.259	291	2.291	860	260	362	562	15.489	19.489	43.682	57.682	862	362	\$ 568.781.919	\$ 650.875.919
1/05/2017	40	21.192	81.192	8.587	8.587	4.853	3.853	2.291	2.291	680	180	702	672	21.005	35.005	37.682	51.682	502	202	\$ 552.144.085	\$ 635.315.645
Cantidad inventario promedio en semana 26		332.286	150.017	29.821	8.859	28.355	10.086	17.882	7.882	2.470	862	1.483	411	101.523	30.907	132.344	46.267	4.705	1.229		
Cantidad inventario promedio de la semana 27 a la 40		143.487	117.773	12.669	8.454	14.673	3.888	6.889	3.675	1.671	321	594	482	59.601	20.459	54.182	38.611	2.606	192		
Ocupación promedio estibas - en semana 26		416	188	262	78	591	211	299	132	618	216	371	103	374	114	761	266	523	137	4.215	1.445
Ocupación promedio estibas - de la semana 27 a la 40		180	148	112	75	306	81	115	62	418	81	149	12								

6.1 SIMULACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES DBR - INICIAL

MODELO DBR GERENCIA DE AMORTIGUADORES

PRODUCTO: 1 Lp ENVASE PLÁSTICO X 1 LT

X = Promedio	145.287	Und
σ = desviación estándar	64.958	Und
Z = 2σ =	97.725%	
N = tiempo de reposición	7	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	275.203	Und

Máximo inventario	253.398	Und
Tamaño de lote de pedido	28.000	Und
Saldo inicial	214.198	Und
Producto en tránsito inicial	56.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	Si (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)] * 100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR				CUERDA																
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig??	Control tránsito acumulado	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	214.198	-	-	-	-	-	56.000	-	214.198	214.198	275.203	-	-	-	
1	8.400	8.400	168.000	-	-	205.798	1	1	1	28.000	56.000	56.000	-	205.798	261.798	275.203	25.22%	10.17%	74.78%	
2	8.400	-	-	-	56.000	205.398	1	1	1	28.000	-	-	56.000	253.398	253.398	275.203	7.92%	10.17%	92.08%	
3	9.100	-	-	-	-	244.298	1	1	1	28.000	28.000	28.000	-	244.298	272.298	275.203	11.23%	10.17%	88.77%	
4	7.700	-	-	-	-	236.598	1	1	1	-	28.000	56.000	-	236.598	292.598	275.203	14.03%	0.00%	85.97%	
5	14.700	-	-	-	-	221.898	1	1	1	-	-	56.000	-	221.898	277.898	275.203	19.37%	0.00%	80.63%	
6	11.200	-	-	168.000	-	210.698	1	1	1	28.000	-	56.000	-	210.698	266.698	275.203	23.44%	10.17%	76.56%	
7	12.600	-	-	-	-	198.098	1	1	1	-	28.000	140.000	-	198.098	338.098	275.203	28.02%	0.00%	71.98%	
8	42.000	-	-	-	168.000	324.098	1	1	1	-	-	84.000	28.000	184.098	268.098	184.386	0.16%	0.00%	99.84%	
9	46.900	-	-	-	-	277.198	1	1	1	-	-	84.000	28.000	165.198	249.198	184.386	10.41%	0.00%	89.59%	
10	41.300	-	-	-	-	235.898	1	1	1	-	-	56.000	28.000	151.898	207.898	184.386	17.62%	0.00%	82.38%	
11	39.000	-	-	-	-	196.898	1	1	1	56.000	-	28.000	-	112.898	140.898	184.386	36.77%	30.37%	61.23%	
12	39.200	-	-	-	-	157.698	1	1	1	28.000	56.000	84.000	-	73.698	157.698	184.386	60.03%	15.19%	39.97%	
13	24.500	-	-	196.000	-	133.198	1	1	1	28.000	28.000	112.000	-	49.198	161.198	184.386	73.32%	15.19%	26.68%	
14	12.600	-	-	-	-	120.598	1	1	1	-	28.000	140.000	56.000	92.598	204.598	184.386	49.78%	0.00%	50.22%	
15	33.600	-	-	-	-	86.998	1	1	1	-	-	112.000	28.000	86.998	198.998	184.386	52.82%	0.00%	47.18%	
16	20.300	-	-	-	-	66.698	1	1	1	-	-	112.000	28.000	94.698	206.698	184.386	48.64%	0.00%	51.36%	
17	44.800	-	-	-	-	21.898	1	1	1	84.000	-	112.000	-	49.898	161.898	245.234	79.65%	34.25%	20.35%	
18	39.200	-	-	-	196.000	-	1	1	1	56.000	84.000	196.000	-	10.698	206.698	245.234	95.64%	22.84%	4.36%	
19	23.400	-	-	-	-	198.400	1	1	1	84.000	56.000	196.000	-	(12.702)	183.298	245.234	105.18%	34.25%	-5.18%	
20	35.000	-	-	-	196.000	161.000	1	1	1	-	84.000	252.000	84.000	36.298	288.298	245.234	85.20%	0.00%	14.80%	
21	32.900	-	-	-	-	128.100	1	1	1	-	-	224.000	56.000	59.398	283.398	245.234	75.78%	0.00%	24.22%	
22	23.100	-	-	140.000	-	105.000	1	1	1	-	-	224.000	84.000	120.298	344.298	245.234	50.95%	0.00%	49.05%	
23	26.600	-	-	-	-	78.400	1	1	1	-	-	224.000	-	93.698	317.698	245.234	61.79%	0.00%	38.21%	
24	26.600	-	-	-	-	51.800	1	1	1	-	-	224.000	-	67.098	291.098	245.234	72.64%	0.00%	27.36%	
25	41.600	-	-	224.000	-	10.200	1	1	1	84.000	140.000	168.000	-	25.498	165.498	245.234	89.60%	34.25%	10.40%	
26	41.100	-	-	-	-	-	1	1	1	112.000	84.000	168.000	-	(15.602)	152.398	245.234	106.36%	45.67%	-6.36%	
27	12.600	-	-	140.000	-	-	1	1	1	84.000	112.000	196.000	-	(28.202)	167.798	245.234	111.50%	34.25%	-11.50%	
28	25.200	-	-	-	-	-	1	1	1	-	84.000	280.000	84.000	30.598	310.598	245.234	87.52%	0.00%	12.48%	
29	11.200	-	-	-	140.000	128.800	1	1	1	-	28.000	112.000	-	131.398	411.398	245.234	46.42%	0.00%	53.58%	
30	10.500	-	-	224.000	-	118.300	1	1	1	-	-	280.000	84.000	204.898	484.898	245.234	16.45%	0.00%	83.55%	
31	22.400	-	-	-	-	95.900	1	1	1	-	-	280.000	-	182.498	462.498	245.234	25.58%	0.00%	74.42%	
32	12.600	-	-	-	224.000	307.300	1	1	1	-	-	280.000	-	169.898	449.898	245.234	30.72%	0.00%	69.28%	
33	8.400	-	-	280.000	-	298.900	1	1	1	-	196.000	-	-	161.498	357.498	245.234	34.15%	0.00%	65.85%	
34	15.400	-	-	-	-	283.500	1	1	1	28.000	-	84.000	-	146.098	230.098	245.234	40.43%	11.42%	59.57%	
35	6.800	-	-	-	-	276.700	1	1	1	84.000	28.000	28.000	-	139.298	167.298	245.234	43.20%	34.25%	56.80%	
36	10.500	-	-	-	-	266.200	1	1	1	28.000	84.000	112.000	-	128.798	240.798	245.234	47.48%	11.42%	52.52%	
37	12.600	-	-	-	-	253.600	1	1	1	-	28.000	140.000	28.000	144.198	284.198	245.234	41.20%	0.00%	58.80%	
38	12.600	-	-	280.000	-	241.000	1	1	1	-	-	140.000	84.000	215.598	355.598	245.234	12.08%	0.00%	87.92%	
39	14.700	-	-	-	-	226.300	1	1	1	-	-	140.000	28.000	228.898	368.898	245.234	6.66%	0.00%	93.34%	
40	12.600	-	-	-	280.000	493.700	1	1	1	-	-	140.000	-	216.298	356.298	245.234	11.80%	0.00%	88.20%	
41	13.900	-	-	-	-	479.800	1	1	1	-	-	140.000	-	202.398	342.398	245.234	17.47%	0.00%	82.53%	
42	8.400	-	-	-	-	471.400	1	1	1	-	-	112.000	-	193.998	305.998	110.085	-76.22%	0.00%	176.22%	
43	13.600	-	-	196.000	-	457.800	1	1	1	-	-	28.000	-	180.398	208.398	110.085	-63.87%	0.00%	163.87%	
44	12.900	-	-	-	-	444.900	1	1	1	-	-	-	-	167.498	167.498	110.085	-52.15%	0.00%	152.15%	
45	14.000	-	-	-	196.000	626.900	1	1	1	-	-	-	-	153.498	153.498	110.085	-39.44%	0.00%	139.44%	
46	14.700	-	-	-	-	612.200	1	1	1	-	-	-	-	138.798	138.798	110.085	-26.08%	0.00%	126.08%	
47	5.100	-	-	-	-	607.100	1	1	1	-	-	-	-	133.698	133.698	110.085	-21.45%	0.00%	121.45%	
48	8.400	-	-	-	-	598.700	1	1	1	-	-	-	-	125.298	125.298	110.085	-13.82%	0.00%	113.82%	
49	7.000	-	-	-	-	591.700	1	1	1	-	-	-	-	116.298	116.298	73.757	-60.39%	0.00%	160.39%	
50	8.400	-	-	-	-	583.300	1	1	1	-	-	-	-	109.898	109.898	73.757	-49.00%	0.00%	149.00%	
51	8.400	-	-	-	-	574.900	1	1	1	-	-	-	-	101.498	101.498	73.757	-37.61%	0.00%	137.61%	
52	8.400	-	-	-	-	566.500	1	1	1	-	-	-	-	93.098	93.098	73.757	-26.22%	0.00%	126.22%	
53	24.500	-	-	-	-	542.000	1	1	1	28.000	-	-	-	65.598	68.598	73.757	6.99%	37.96%	93.01%	

6.2. SIMULACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES DBR AJUSTADO

MODELO DBR GERENCIA DE AMORTIGUADORES
PRODUCTO: 1 Lp ENVASE PLASTICO X 1 LT

X = Promedio	145.287	Und
σ = desviación estandar	64.958	Und
Z = 2σ =	97.725%	
N = tiempo de reposición	7	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	275.203	Und

Maximo inventario	268.798	Und
Tamaño de lote de pedido	28.000	Und
Saldo inicial	214.198	Und
Producto en tránsito inicial	56.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	Si (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)]*100%
Penetración del amortig. =	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR						CUERDA														
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumulado menor amortig??	Control transito acumulado	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + transito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador	
0	-	-	-	-	-	214.198	-	-	-	-	-	-	-	214.198	214.198	275.203	-	-	-	
1	8.400	-	168.000	-	-	205.798	1	1	1	28.000	56.000	56.000	-	205.798	261.798	275.203	25.22%	10.17%	74.78%	
2	8.400	-	-	-	56.000	253.398	1	1	1	28.000	-	-	56.000	253.398	253.398	275.203	7.92%	10.17%	92.08%	
3	9.100	-	-	-	-	244.298	1	1	1	28.000	28.000	28.000	-	244.298	272.298	275.203	11.23%	10.17%	88.77%	
4	7.700	-	-	-	-	236.598	1	1	1	-	-	28.000	56.000	-	236.598	292.598	275.203	14.03%	0.00%	85.97%
5	14.700	-	-	-	-	221.898	1	1	1	-	-	56.000	-	221.898	277.898	275.203	19.37%	0.00%	80.63%	
6	11.200	-	-	168.000	-	210.698	1	1	1	28.000	-	56.000	-	210.698	266.698	275.203	23.44%	10.17%	76.56%	
7	12.600	72.100	-	-	-	198.098	1	1	1	-	28.000	28.000	84.000	-	198.098	282.098	275.203	28.02%	0.00%	71.98%
8	42.000	105.700	-	-	168.000	324.098	1	1	1	28.000	-	84.000	28.000	288.098	268.098	275.203	33.10%	10.17%	66.90%	
9	46.900	144.200	-	-	-	277.198	1	1	1	28.000	28.000	84.000	28.000	165.198	249.198	275.203	39.97%	10.17%	60.03%	
10	41.300	176.400	-	-	-	235.898	1	1	1	56.000	28.000	84.000	28.000	151.898	235.898	275.203	44.81%	20.35%	55.19%	
11	39.000	207.700	-	-	-	196.898	1	1	1	28.000	56.000	140.000	-	112.898	252.898	275.203	58.98%	10.17%	41.02%	
12	39.200	232.200	-	-	-	157.698	1	1	1	56.000	28.000	168.000	-	73.698	241.698	275.203	73.22%	20.35%	26.78%	
13	24.500	245.500	196.000	-	-	133.198	1	1	1	-	-	56.000	196.000	56.000	105.198	301.198	275.203	61.77%	0.00%	38.23%
14	12.600	245.500	-	-	-	120.598	1	1	1	-	-	56.000	28.000	120.598	316.598	275.203	56.18%	0.00%	43.82%	
15	33.600	237.100	-	-	-	86.998	1	1	1	-	-	168.000	56.000	142.998	310.998	275.203	48.04%	0.00%	51.96%	
16	20.300	210.500	-	-	-	66.698	1	1	1	28.000	-	140.000	-	122.698	262.698	275.203	55.42%	10.17%	44.58%	
17	44.800	214.000	-	-	-	21.898	1	1	1	112.000	28.000	112.000	-	77.898	189.898	275.203	71.69%	40.70%	28.31%	
18	39.200	214.200	-	196.000	-	-	1	1	1	56.000	112.000	196.000	-	38.698	234.698	275.203	85.94%	20.35%	14.06%	
19	23.400	198.400	-	-	-	-	1	1	1	56.000	56.000	196.000	28.000	43.298	239.298	275.203	84.27%	20.35%	15.73%	
20	35.000	209.900	-	-	196.000	161.000	1	1	1	-	56.000	252.000	112.000	120.298	372.298	275.203	56.29%	0.00%	43.71%	
21	32.900	229.200	-	-	-	128.100	1	1	1	-	-	252.000	56.000	143.398	395.398	275.203	47.89%	0.00%	52.11%	
22	23.100	218.700	140.000	-	-	105.000	1	1	1	-	-	252.000	56.000	176.298	428.298	275.203	35.94%	0.00%	64.06%	
23	26.600	225.000	-	-	-	78.400	1	1	1	-	-	224.000	-	148.698	373.698	275.203	45.60%	0.00%	54.40%	
24	26.600	206.800	-	-	-	51.800	1	1	1	56.000	-	112.000	-	123.098	235.098	275.203	55.27%	20.35%	44.73%	
25	41.600	209.200	224.000	-	-	10.200	1	1	1	84.000	56.000	112.000	-	81.498	193.498	275.203	70.39%	30.52%	29.61%	
26	41.100	228.900	-	-	-	-	1	1	1	112.000	84.000	140.000	-	40.398	180.398	275.203	85.32%	40.70%	14.68%	
27	12.600	234.500	-	140.000	-	-	1	1	1	-	112.000	252.000	56.000	83.798	335.798	275.203	69.55%	0.00%	30.45%	
28	25.200	196.800	-	-	-	-	1	1	1	-	-	252.000	84.000	142.598	384.598	275.203	48.18%	0.00%	51.82%	
29	11.200	184.900	-	-	140.000	126.900	1	1	1	-	-	252.000	112.000	243.398	495.398	275.203	11.56%	0.00%	88.44%	
30	10.500	168.800	-	224.000	-	118.300	1	1	1	-	-	252.000	-	232.898	484.898	275.203	15.37%	0.00%	84.63%	
31	22.400	164.600	-	-	-	95.900	1	1	1	-	-	196.000	-	210.498	406.498	275.203	23.51%	0.00%	76.49%	
32	12.600	136.600	-	-	224.000	307.300	1	1	1	-	-	112.000	-	197.298	309.698	275.203	28.09%	0.00%	71.91%	
33	8.400	102.900	280.000	-	-	298.900	1	1	1	112.000	-	-	-	189.498	488.498	275.203	31.14%	40.70%	68.86%	
34	15.400	105.700	-	-	-	283.500	1	1	1	-	112.000	112.000	-	174.098	286.098	275.203	36.74%	0.00%	63.26%	
35	6.800	87.300	-	-	-	276.700	1	1	1	-	-	112.000	-	167.298	279.298	275.203	39.21%	0.00%	60.79%	
36	8.600	86.600	-	-	-	268.200	1	1	1	-	-	112.000	112.000	-	268.798	380.798	275.203	2.33%	0.00%	97.67%
37	12.600	88.700	-	-	-	255.600	1	1	1	-	-	112.000	-	256.198	368.198	275.203	6.91%	0.00%	93.09%	
38	12.600	78.900	196.000	280.000	-	241.000	1	1	1	-	-	112.000	-	243.598	355.598	275.203	11.48%	0.00%	88.52%	
39	14.700	81.000	-	-	-	226.300	1	1	1	-	-	112.000	-	228.998	340.998	275.203	16.83%	0.00%	83.17%	
40	12.600	85.200	-	-	280.000	463.700	1	1	1	84.000	-	-	-	215.298	275.298	275.203	27.40%	0.00%	72.60%	
41	13.900	83.700	-	-	-	479.800	1	1	1	-	84.000	-	-	202.398	286.398	275.203	26.46%	0.00%	73.54%	
42	8.400	85.300	-	-	-	471.400	1	1	1	-	-	84.000	-	193.998	277.998	275.203	29.51%	0.00%	70.49%	
43	13.600	88.400	-	196.000	-	457.800	1	1	1	-	-	84.000	84.000	264.398	348.398	275.203	3.93%	0.00%	96.07%	
44	8.700	89.700	-	-	-	444.900	1	1	1	-	-	84.000	-	251.498	335.498	275.203	8.61%	0.00%	91.39%	
45	14.000	90.100	-	-	196.000	626.900	1	1	1	-	-	84.000	321.498	237.498	427.498	275.203	13.70%	0.00%	86.30%	
46	14.700	90.100	-	-	-	612.200	1	1	1	-	-	84.000	-	222.798	306.798	275.203	19.04%	0.00%	80.96%	
47	5.100	82.600	-	-	-	607.100	1	1	1	84.000	-	-	-	217.698	217.698	275.203	20.90%	39.52%	79.10%	
48	8.400	89.400	-	-	-	598.700	1	1	1	-	84.000	84.000	-	289.298	293.298	275.203	23.86%	0.00%	76.05%	
49	7.000	75.700	-	-	-	591.700	1	1	1	-	-	84.000	-	202.298	286.298	275.203	26.49%	0.00%	73.51%	
50	8.400	70.500	-	-	-	583.300	1	1	1	-	-	84.000	64.000	217.898	361.898	184.386	-50.72%	0.00%	150.72%	
51	8.400	66.000	-	-	-	574.900	1	1	1	-	-	84.000	-	269.498	353.498	184.386	-46.16%	0.00%	146.16%	
52	8.400	60.400	-	-	-	566.500	1	1	1	-	-	84.000	-	345.098	345.098	184.386	-41.60%	0.00%	91.60%	
53	24.500	70.200	-	-	-	542.000	1	1	1	-	-	84.000	-	236.598	320.598	184.386	-28.32%	0.00%	128.32%	

ANEXO 7. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES - TABLA DE SEGUIMIENTO

REGISTRO DE INVENTARIOS DE ENVASES PILOTO GERENCIA DE AMORTIGUADORES SEMANA 26

ENVASE	Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en transito - real	Inventario recibido en planta- real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en transito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en transito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + transito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador
10 LP	26	6.670	13.124	-	-	10.000	36.540	<div></div>	<div></div>	<div></div>	11.000	7.000	7.000	6.000	540	7.540	17.613	<div></div>	<div></div>	<div></div>
200 LP	26	401	340	-	-	230	1.627	<div></div>	<div></div>	<div></div>	460	-	-	690	447	447	776	<div></div>	<div></div>	<div></div>
4 LP	26	1.455	3.661	-	-	20.000	134.623	<div></div>	<div></div>	<div></div>	13.000	2.000	2.000	25.000	30.623	32.623	45.276	<div></div>	<div></div>	<div></div>
1 LP	26	27.279	60.368	-	-	80.000	379.382	<div></div>	<div></div>	<div></div>	27.000	34.000	34.000	36.000	121.382	155.382	181.722	<div></div>	<div></div>	<div></div>
5 LP	26	5.200	17.600	-	-	-	128.082	<div></div>	<div></div>	<div></div>	5.000	13.000	13.000	-	42.082	55.082	59.600	<div></div>	<div></div>	<div></div>
20 LP	26	3.000	3.000	-	-	-	21.431	<div></div>	<div></div>	<div></div>	-	-	-	-	8.431	8.431	8.049	<div></div>	<div></div>	<div></div>
20 LM	26	4.635	4.635	-	-	5.000	29.958	<div></div>	<div></div>	<div></div>	-	-	-	1.000	7.958	7.958	7.948	<div></div>	<div></div>	<div></div>
200 LM	26	250	250	-	-	-	2.785	<div></div>	<div></div>	<div></div>	-	-	-	-	985	985	547	<div></div>	<div></div>	<div></div>
60 LM	26	320	600	-	-	-	5.162	<div></div>	<div></div>	<div></div>	-	400	400	-	462	862	692	<div></div>	<div></div>	<div></div>

REGISTRO DE INVENTARIOS DE ENVASES PILOTO GERENCIA DE AMORTIGUADORES SEMANA 40

ENVASE	Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en transito - real	Inventario recibido en planta- real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en transito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en transito DBR	Inventario en transito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + transito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador		
20 LP	40	3.000	6.250	5.000	1.000	5.000	2.291				6.000	3.000	3.000	3.000	2.291	5.291	10.705		56,05%		21,40%	
200 LP	40	3.000	6.250	5.000	1.000	5.000	2.291				6.000	3.000	3.000	3.000	2.291	5.291	10.705		56,05%		21,40%	
60 LM	40	360	760	400	400	-	502				400	400	400	200	202	602	960		78,95%		41,69%	21,05%
20 LM	40	2.406	4.623	3.000	2.000	2.000	4.853				3.000	2.000	2.000	2.000	3.853	5.853	7.948		51,52%		37,75%	48,48%
10 LP	40	5.936	9.764	6.000	4.000	2.000	8.587				6.000	4.000	4.000	2.000	8.587	12.587	17.613		51,25%		34,07%	48,75%
200 LM	40	180	340	200	100	-	680				200	200	200	100	180	380	488		63,08%		41,02%	36,92%
1 LP	40	20.169	62.944	20.000	51.000	20.000	21.192				20.000	41.000	41.000	-	61.192	102.192	121.753		49,74%		16,43%	50,26%
5 LP	40	8.000	8.000	8.000	-	2.000	37.682				8.000	-	-	2.000	51.682	51.682	59.600		13,29%		13,42%	86,71%
4 LP	40	3.484	5.543	3.000	2.000	9.000	21.005				4.000	2.000	2.000	19.000	35.005	37.005	40.345		9,91%		9,91%	86,76%

ANEXO 8. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 1 LP

MODELO DBR GERENCIA DE AMORTIGUADORES

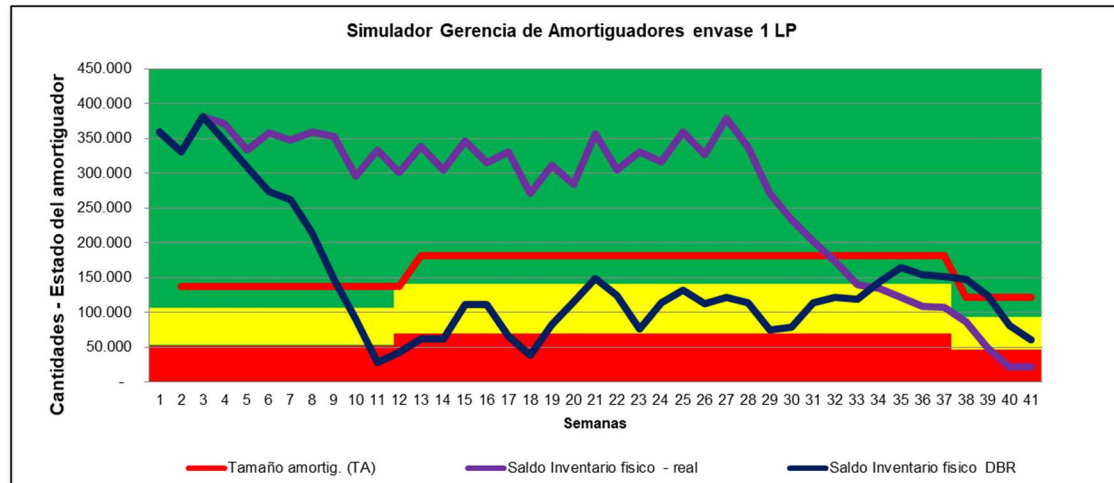
PRODUCTO: 1 Lp ENVASE PLASTICO X 1 LT

X = Promedio	78.129	Und
σ = desviación estandar	29.282	Und
Z = 2σ =	97.725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	136.633	Und

Maximo inventario	381.649	Und
Tamaño de lote de pedido	1.000	Und
Saldo inicial	359.029	Und
Producto en tránsito inicial	60.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	SI (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)]*100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR				CUERDA															
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta- real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en tránsito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador
0	-	-	-	-	-	359.029	-	-	-	60.000	-	-	-	359.029	359.029	136.633	-141,71%	0.00%	241,71%
1	28.780	37.380	25.000	60.000	-	330.249	-	-	-	-	60.000	60.000	-	330.249	390.249	136.633	-	0.00%	279,32%
2	8.600	46.024	-	25.000	60.000	381.649	-	-	-	-	-	-	60.000	381.649	381.649	136.633	-179,32%	0.00%	279,32%
3	35.274	81.298	60.000	-	25.000	371.375	-	-	-	-	-	-	-	346.375	346.375	136.633	-153,51%	0.00%	253,51%
4	38.262	119.562	-	60.000	-	333.113	-	-	-	-	-	-	-	308.113	308.113	136.633	-125,50%	0.00%	225,50%
5	35.112	154.674	60.000	-	60.000	358.001	-	-	-	-	-	-	-	273.001	273.001	136.633	-99,81%	0.00%	199,81%
6	10.828	165.502	60.000	-	60.000	347.173	-	-	-	-	-	-	-	262.173	262.173	136.633	-91,88%	0.00%	191,88%
7	48.005	213.507	-	60.000	60.000	359.168	-	-	-	-	-	-	-	214.168	214.168	136.633	-56,75%	0.00%	156,75%
8	66.863	280.370	100.000	-	60.000	352.305	-	-	-	-	-	-	-	147.305	147.305	136.633	-7,81%	0.00%	107,81%
9	56.484	336.854	-	100.000	-	295.821	1	1	1	46.000	-	-	-	90.821	90.821	136.633	33,53%	33,53%	67,47%
10	62.997	399.851	80.000	-	100.000	332.824	1	1	1	63.000	46.000	46.000	-	27.824	73.824	136.633	79,64%	46,11%	20,36%
11	31.451	431.302	-	80.000	-	301.373	1	1	1	32.000	63.000	63.000	46.000	42.373	105.373	136.633	68,99%	23,42%	31,01%
12	42.994	474.296	80.000	-	80.000	338.379	1	1	1	88.000	32.000	32.000	63.000	62.379	94.379	181.722	65,67%	48,43%	34,33%
13	33.084	507.380	-	80.000	-	305.295	1	1	1	33.000	88.000	88.000	32.000	61.295	149.295	181.722	66,27%	48,16%	33,73%
14	38.501	545.881	100.000	-	80.000	346.794	1	1	1	38.000	33.000	33.000	88.000	110.794	143.794	181.722	39,03%	20,91%	60,97%
15	32.151	578.032	-	100.000	-	314.643	1	1	1	33.000	38.000	33.000	33.000	111.643	149.643	181.722	38,56%	18,16%	61,44%
16	83.994	661.986	80.000	-	100.000	330.649	1	1	1	84.000	33.000	33.000	33.000	65.649	98.649	181.722	63,87%	46,22%	36,13%
17	60.040	722.026	-	80.000	-	270.609	1	1	1	60.000	84.000	84.000	33.000	38.609	122.609	181.722	78,75%	33,02%	21,25%
18	39.483	761.509	80.000	-	80.000	311.126	1	1	1	39.000	60.000	60.000	84.000	83.126	143.126	181.722	54,26%	21,46%	45,74%
19	27.698	789.207	-	80.000	-	283.428	1	1	1	28.000	39.000	39.000	60.000	115.428	154.428	181.722	36,48%	15,41%	63,52%
20	6.050	795.257	80.000	-	80.000	357.378	-	1	-	6.000	28.000	28.000	39.000	148.378	176.378	181.722	18,35%	3,30%	81,65%
21	52.168	847.425	-	80.000	-	305.212	1	1	1	52.000	6.000	6.000	28.000	124.212	130.212	181.722	31,65%	28,62%	68,35%
22	54.545	901.970	80.000	-	80.000	330.667	1	1	1	55.000	52.000	52.000	6.000	75.667	127.667	181.722	58,36%	30,27%	41,64%
23	14.244	916.214	-	80.000	-	316.423	1	1	1	14.000	55.000	55.000	52.000	113.423	168.423	181.722	37,58%	7,70%	62,42%
24	36.673	952.887	80.000	-	80.000	359.750	1	1	1	36.000	14.000	14.000	55.000	131.750	145.750	181.722	27,50%	19,81%	72,50%
25	33.089	985.976	-	80.000	-	326.661	1	1	1	34.000	36.000	36.000	14.000	112.661	148.661	181.722	38,00%	18,71%	62,00%
26	27.279	1013.255	-	-	80.000	379.382	1	1	1	27.000	34.000	34.000	36.000	121.382	155.382	181.722	33,20%	14,86%	66,80%
27	42.065	1055.320	-	-	-	337.317	1	1	1	42.000	27.000	27.000	34.000	113.317	140.317	181.722	37,64%	23,11%	62,36%
28	65.842	1121.162	-	-	-	271.475	1	1	1	66.000	42.000	42.000	27.000	74.475	116.475	181.722	59,02%	38,32%	40,98%
29	37.560	1158.722	103.402	-	-	233.915	1	1	1	37.000	66.000	66.000	42.000	75.915	144.915	181.722	56,57%	20,36%	43,43%
30	31.684	1190.406	69.244	-	-	202.231	1	1	1	32.000	37.000	37.000	66.000	113.231	150.231	181.722	37,69%	17,61%	62,31%
31	28.592	1218.998	60.276	-	-	173.639	1	1	1	29.000	32.000	32.000	37.000	121.639	153.639	181.722	33,06%	15,96%	66,94%
32	34.277	1253.275	62.869	-	-	139.362	1	1	1	34.000	29.000	29.000	32.000	119.362	148.362	181.722	34,32%	18,71%	65,68%
33	4.799	1258.074	39.076	3.000	-	134.563	1	1	1	5.000	34.000	34.000	29.000	143.563	177.563	181.722	21,00%	2,75%	79,00%
34	13.110	1271.184	17.509	13.000	3.000	121.453	-	1	1	13.000	5.000	5.000	34.000	164.453	169.453	181.722	9,50%	7,15%	90,50%
35	15.399	1286.583	28.509	-	13.000	109.054	-	1	1	15.000	13.000	13.000	5.000	154.054	167.054	181.722	15,23%	8,25%	84,77%
36	14.905	1301.488	30.304	-	13.000	107.149	-	1	1	15.000	15.000	15.000	13.000	152.149	167.149	181.722	16,27%	8,25%	83,73%
37	20.174	1321.662	35.079	15.000	-	86.975	-	1	1	-	15.000	15.000	15.000	146.975	161.975	121.753	-20,72%	0.00%	120,72%
38	37.839	1359.501	58.013	20.000	15.000	49.136	-	1	1	-	-	-	15.000	124.136	124.136	121.753	-1,96%	0.00%	101,96%
39	42.775	1402.276	80.614	51.000	20.000	21.361	1	1	1	41.000	-	-	-	81.361	81.361	121.753	33,18%	33,67%	66,82%
40	20.169	1422.445	62.944	20.000	51.000	21.192	1	1	1	20.000	41.000	41.000	-	61.192	102.192	121.753	49,74%	16,43%	50,26%



ANEXO 9. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE

DE 10 LP

MODELO GERENCIA DE AMORTIGUADORES

PRODUCTO: 10 LP ENVASE PLASTICO X 10 LT

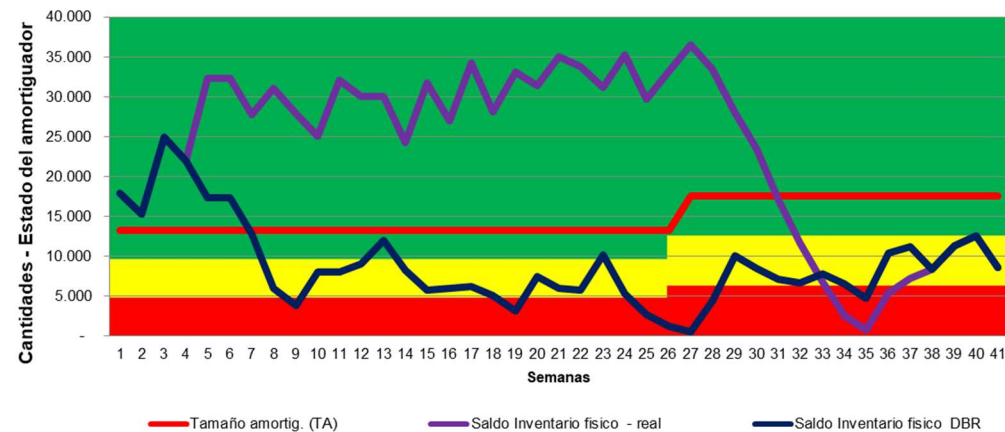
X = Promedio	7.737	Und
σ = desviación estandar	2.753	Und
$Z = 2\sigma$	97.725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	13.243	Und

Maximo inventario	24.922	Und
Tamaño de lote de pedido	1.000	Und
Saldo inicial	17.943	Und
Producto en tránsito inicial	15.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	SI (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	((Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)) * 100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOUR										CUERDA									
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en tránsito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador
0	-	-	-	-	-	17.943	-	-	-	15.000	-	-	-	17.943	17.943	13.243	-	-	-
1	2.700	4.340	-	-	-	15.243	-	-	-	-	15.000	15.000	-	15.243	30.243	13.243	-15.10%	0.00%	115.10%
2	5.321	8.021	15.000	-	15.000	24.922	-	-	-	-	-	-	15.000	24.922	24.922	13.243	-88.19%	0.00%	188.19%
3	2.980	8.301	-	-	-	21.942	-	-	-	-	-	-	-	21.942	21.942	13.243	-65.69%	0.00%	165.69%
4	4.652	7.632	-	-	15.000	32.290	-	-	-	-	-	-	-	17.290	17.290	13.243	-30.56%	0.00%	130.56%
5	-	4.652	10.000	-	-	32.290	-	-	-	-	-	-	-	17.290	17.290	13.243	-30.56%	0.00%	130.56%
6	4.475	4.475	-	10.000	-	27.815	-	1	1	1.000	-	-	-	12.815	12.815	13.243	3.23%	7.55%	96.77%
7	6.785	11.260	-	-	10.000	31.030	-	1	1	7.000	1.000	1.000	-	6.030	7.030	13.243	54.47%	52.86%	45.53%
8	3.200	9.985	10.000	-	-	27.830	-	1	1	3.000	7.000	7.000	1.000	3.830	10.830	13.243	71.08%	22.85%	28.92%
9	2.751	5.951	-	10.000	-	25.079	-	1	1	3.000	3.000	3.000	7.000	8.079	11.079	13.243	38.99%	22.65%	61.01%
10	3.014	5.765	-	-	10.000	32.065	-	1	1	3.000	3.000	3.000	3.000	8.065	11.065	13.243	39.10%	22.65%	60.90%
11	2.017	5.031	-	-	-	30.048	-	1	1	2.000	3.000	3.000	3.000	9.048	12.048	13.243	31.68%	15.10%	68.32%
12	-	2.017	10.000	-	-	30.048	-	-	-	-	2.000	2.000	3.000	12.048	14.048	13.243	9.02%	0.00%	90.98%
13	5.763	5.763	-	10.000	-	24.285	-	1	1	5.000	-	-	2.000	8.285	8.285	13.243	37.44%	37.76%	62.56%
14	2.490	8.253	10.000	-	10.000	31.795	-	1	1	3.000	5.000	5.000	-	5.795	10.795	13.243	56.24%	22.85%	43.78%
15	4.763	7.253	-	-	-	27.032	-	1	1	5.000	3.000	3.000	5.000	6.032	9.032	13.243	54.45%	37.76%	45.55%
16	2.800	7.563	10.000	-	10.000	34.232	-	1	1	3.000	5.000	5.000	3.000	6.232	11.232	13.243	52.94%	22.65%	47.06%
17	6.141	8.941	-	10.000	-	28.091	-	1	1	6.000	3.000	3.000	5.000	5.091	8.091	13.243	61.56%	45.31%	38.44%
18	4.960	11.101	10.000	-	10.000	33.131	-	1	1	5.000	6.000	6.000	3.000	3.131	9.131	13.243	76.36%	37.76%	23.64%
19	1.701	6.661	-	10.000	-	31.430	-	1	1	1.000	5.000	5.000	6.000	7.430	12.430	13.243	43.90%	7.55%	56.10%
20	6.401	8.102	-	-	10.000	35.029	-	1	1	7.000	1.000	1.000	5.000	6.029	7.029	13.243	54.47%	52.86%	45.53%
21	1.232	7.633	10.000	-	-	33.797	-	1	1	1.000	7.000	7.000	1.000	5.797	12.797	13.243	56.23%	7.55%	43.77%
22	2.600	3.832	-	10.000	-	31.197	-	1	1	3.000	1.000	1.000	7.000	10.197	11.197	13.243	23.00%	22.65%	77.00%
23	5.894	8.494	10.000	-	10.000	35.303	-	1	1	5.000	3.000	3.000	1.000	5.303	8.303	13.243	59.96%	37.76%	40.04%
24	5.639	11.533	10.000	10.000	-	29.664	-	1	1	6.000	5.000	5.000	3.000	2.664	7.664	13.243	79.88%	45.31%	20.12%
25	6.454	12.093	-	10.000	10.000	33.210	-	1	1	7.000	6.000	6.000	5.000	1.210	7.210	13.243	90.86%	52.86%	9.14%
26	6.670	13.124	-	-	10.000	36.540	-	1	1	11.000	7.000	7.000	6.000	540	7.540	17.613	96.93%	62.45%	3.07%
27	3.132	9.802	-	-	-	33.408	-	1	1	3.000	11.000	11.000	7.000	4.408	15.408	17.613	74.97%	17.03%	25.03%
28	5.356	8.488	-	-	-	28.052	-	1	1	5.000	3.000	3.000	11.000	10.052	13.052	17.613	42.93%	28.39%	57.07%
29	4.600	9.956	-	-	-	23.452	-	1	1	5.000	5.000	5.000	3.000	8.452	13.452	17.613	52.01%	28.39%	47.99%
30	6.320	10.920	-	-	-	17.132	-	1	1	6.000	5.000	5.000	5.000	7.132	12.132	17.613	59.51%	34.07%	40.49%
31	5.420	11.740	2.000	-	-	11.712	-	1	1	5.000	6.000	6.000	5.000	6.712	12.712	17.613	61.89%	28.39%	38.11%
32	4.960	10.380	5.000	2.000	-	6.752	-	1	1	5.000	5.000	5.000	6.000	7.752	12.752	17.613	55.99%	28.39%	44.01%
33	6.150	11.110	6.000	5.000	2.000	2.602	-	1	1	7.000	5.000	5.000	5.000	6.602	11.602	17.613	62.52%	39.74%	37.48%
34	6.820	12.970	7.000	6.000	5.000	7.82	-	1	1	6.000	7.000	7.000	5.000	4.782	11.782	17.613	72.85%	34.07%	27.15%
35	1.350	8.170	6.000	7.000	6.000	5.432	-	1	1	2.000	6.000	6.000	7.000	10.432	16.432	17.613	40.77%	11.36%	59.23%
36	5.210	6.560	5.000	6.000	7.000	7.222	-	1	1	5.000	2.000	2.000	6.000	11.222	13.222	17.613	36.29%	28.39%	63.71%
37	4.870	10.080	5.000	5.000	6.000	8.352	-	1	1	5.000	5.000	5.000	2.000	8.352	13.352	17.613	52.58%	28.39%	47.42%
38	2.001	6.871	2.000	5.000	5.000	11.351	-	1	1	2.000	5.000	5.000	5.000	11.351	16.351	17.613	35.55%	11.36%	64.45%
39	3.828	5.829	4.000	2.000	5.000	12.523	-	1	1	4.000	2.000	2.000	5.000	12.523	14.523	17.613	28.90%	22.71%	71.10%
40	5.936	9.764	6.000	4.000	2.000	8.587	-	1	1	6.000	4.000	4.000	2.000	8.587	12.587	17.613	51.25%	34.07%	48.78%

Simulador Gerencia de Amortiguadores envase 10 LP



ANEXO 10. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – TAMBOR DE 20 LM

MODELO GERENCIA DE AMORTIGUADORES

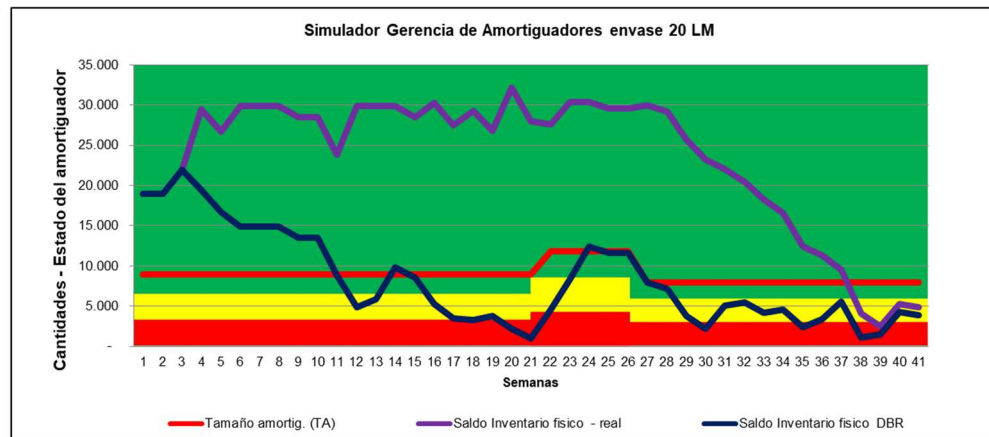
PRODUCTO: 20 Lm TAMBOR METALICO X 20 LT

X = Promedio	3.411	Und
σ = desviación estandar	2.754	Und
Z = 2σ =	97,725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	8.919	Und

Maximo inventario	21.917	Und
Tamaño de lote de pedido	1.000	Und
Saldo inicial	18.917	Und
Producto en tránsito inicial	3.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	Si (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)] * 100%
Penetración del amortig. =	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR										CUERDA									
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en transito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20% 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig.?	Zona amarilla con producto en tránsito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en transito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador
0	-	-	-	-	-	18.917	-	-	-	3.000	-	-	-	18.917	18.917	8.919	-	-	-
1	-	-	10.000	3.000	-	18.917	-	-	-	-	3.000	3.000	-	18.917	21.917	8.919	-112,09%	0,00%	212,09%
2	-	-	-	-	10.000	3.000	21.917	-	-	-	-	-	3.000	21.917	21.917	8.919	-145,73%	0,00%	245,73%
3	2.408	2.408	5.000	-	10.000	29.508	-	-	-	-	-	-	3.000	19.508	19.508	8.919	-118,73%	0,00%	218,73%
4	2.806	5.214	-	5.000	-	26.703	-	-	-	-	-	-	-	16.703	16.703	8.919	-87,27%	0,00%	187,27%
5	1.825	4.631	-	-	5.000	29.878	-	-	-	-	-	-	-	14.878	14.878	8.919	-66,81%	0,00%	166,81%
6	-	1.825	-	-	-	29.878	-	-	-	-	-	-	-	14.878	14.878	8.919	-66,81%	0,00%	166,81%
7	-	-	-	-	-	29.878	-	-	-	-	-	-	-	14.878	14.878	8.919	-66,81%	0,00%	166,81%
8	1.416	1.416	-	-	-	28.462	-	-	-	-	-	-	-	13.462	13.462	8.919	-50,93%	0,00%	150,93%
9	-	1.416	10.000	-	-	29.462	-	-	-	-	-	-	-	13.462	13.462	8.919	-50,93%	0,00%	150,93%
10	4.615	4.615	-	10.000	-	23.847	-	-	-	1.000	-	-	-	8.847	8.847	8.919	0,81%	11,21%	99,19%
11	3.994	8.609	-	-	10.000	29.853	-	-	-	4.000	1.000	1.000	-	4.853	5.853	8.919	45,59%	44,85%	54,41%
12	-	3.994	-	-	-	29.853	-	-	-	-	4.000	4.000	1.000	8.853	9.853	8.919	34,38%	0,00%	65,62%
13	-	-	5.000	-	-	29.853	-	-	-	-	-	-	4.000	8.853	9.853	8.919	-10,47%	0,00%	110,47%
14	1.326	1.326	-	5.000	-	28.527	-	-	-	1.000	-	-	-	8.527	8.527	8.919	4,40%	11,21%	95,60%
15	3.294	4.530	5.000	-	5.000	30.323	-	-	-	3.000	1.000	1.000	-	5.323	6.323	8.919	40,32%	33,64%	59,68%
16	2.791	5.995	-	5.000	-	27.532	-	-	-	3.000	3.000	3.000	1.000	3.532	6.532	8.919	60,40%	33,64%	39,60%
17	3.214	6.005	10.000	-	5.000	29.318	-	-	-	3.000	3.000	3.000	3.000	3.318	6.318	8.919	62,80%	33,64%	37,20%
18	2.503	5.717	-	10.000	-	26.815	-	-	-	3.000	3.000	3.000	3.000	3.815	6.815	8.919	57,23%	33,64%	42,77%
19	4.608	7.111	-	-	10.000	32.207	-	-	-	4.000	3.000	3.000	3.000	2.207	5.207	8.919	75,26%	44,85%	24,74%
20	4.211	8.819	3.000	-	-	27.996	-	-	-	4.000	4.000	4.000	3.000	996	4.996	8.919	88,83%	44,85%	11,17%
21	408	4.620	-	3.000	-	27.587	-	-	-	4.000	4.000	4.000	4.000	4.587	8.587	11.862	61,33%	33,72%	38,67%
22	198	607	-	-	3.000	30.389	-	-	-	4.000	4.000	4.000	4.000	8.389	12.389	11.862	29,28%	0,00%	70,72%
23	-	198	-	-	-	30.389	-	-	-	-	-	4.000	4.000	12.389	12.389	11.862	4,44%	0,00%	104,44%
24	796	796	5.000	-	-	29.593	-	-	-	1.000	-	-	-	11.593	11.593	11.862	2,27%	8,43%	97,73%
25	-	796	-	5.000	-	29.593	-	-	-	1.000	1.000	1.000	-	11.593	12.593	11.862	2,27%	0,00%	97,73%
26	4.635	4.635	-	-	5.000	29.958	-	-	-	-	-	-	1.000	7.958	7.958	7.948	-0,13%	0,00%	100,13%
27	906	5.441	-	-	-	29.152	-	-	-	1.000	-	-	-	7.152	7.152	7.948	10,01%	12,58%	89,99%
28	3.405	4.211	-	-	-	25.747	-	-	-	4.000	1.000	1.000	-	3.747	4.747	7.948	52,86%	50,33%	47,14%
29	2.507	5.912	-	-	-	23.240	-	-	-	2.000	4.000	4.000	1.000	2.240	6.240	7.948	71,82%	25,16%	28,18%
30	1.207	3.714	-	-	-	22.033	-	-	-	1.000	2.000	2.000	4.000	5.033	7.033	7.948	36,67%	12,58%	63,33%
31	1.604	2.811	-	-	-	20.429	-	-	-	2.000	1.000	1.000	2.000	5.429	6.429	7.948	31,69%	25,16%	68,31%
32	2.206	3.810	-	-	-	18.223	-	-	-	2.000	2.000	2.000	1.000	4.223	6.223	7.948	46,87%	25,16%	53,13%
33	1.620	3.626	-	-	-	16.603	-	-	-	2.000	2.000	2.000	2.000	4.603	6.603	7.948	42,08%	25,16%	57,92%
34	4.210	5.830	-	-	-	12.393	-	-	-	4.000	2.000	2.000	2.000	2.393	4.393	7.948	69,89%	50,33%	30,11%
35	1.025	5.235	-	-	-	11.368	-	-	-	1.000	4.000	4.000	2.000	3.368	7.368	7.948	57,62%	12,58%	42,38%
36	1.832	2.857	-	-	-	9.536	-	-	-	2.000	1.000	1.000	4.000	5.536	6.536	7.948	30,35%	25,16%	69,65%
37	5.420	7.252	5.000	-	-	4.116	-	-	-	5.000	2.000	2.000	1.000	1.116	3.116	7.948	85,96%	62,91%	14,04%
38	1.640	7.060	2.000	5.000	-	2.476	-	-	-	2.000	5.000	5.000	2.000	1.476	6.476	7.948	81,43%	25,16%	18,57%
39	2.217	3.857	2.000	2.000	5.000	5.259	-	-	-	2.000	2.000	2.000	5.000	4.259	6.259	7.948	46,41%	25,16%	53,59%
40	2.406	4.623	3.000	2.000	2.000	4.853	-	-	-	3.000	2.000	2.000	2.000	3.853	5.853	7.948	51,52%	37,75%	48,48%



ANEXO 11. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – TAMBOR DE 200 LM

MODELO GERENCIA DE AMORTIGUADORES

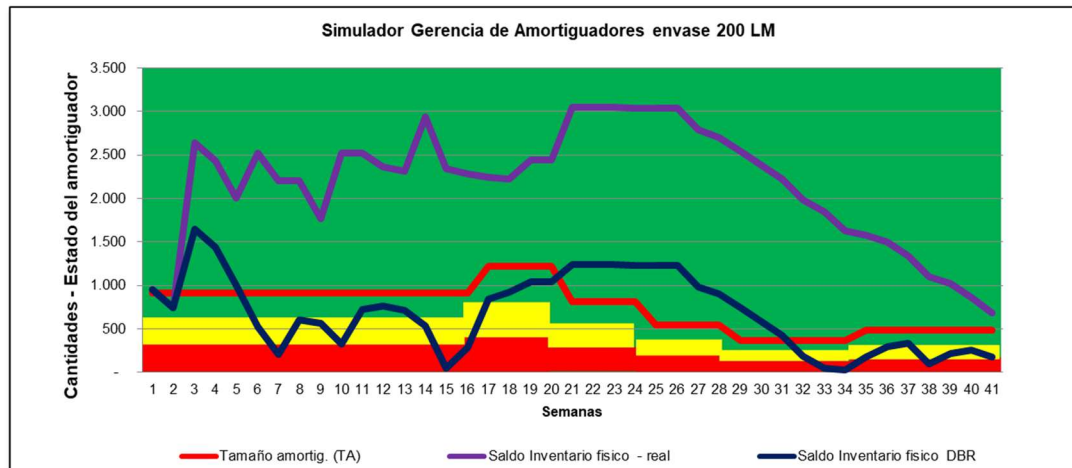
PRODUCTO: 200 Lm TAMBOR METALICO X 200 LT

X = Promedio	315	Und
σ = desviación estandar	301	Und
Z = 2σ =	97,725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	916	Und

Maximo inventario	1.645	Und
Tamaño de lote de pedido	100	Und
Saldo inicial	955	Und
Producto en tránsito inicial	1.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	SI (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)]*100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR				CUERDA																			
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en transito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumul. menor amortig??	Zona amarilla con producto en transito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en transito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	955	-	-	-	1.000	-	-	-	955	955	916	-	-	-	-	-	-	-
1	210	-	-	2.000	-	745	-	-	-	-	1.000	-	1.000	745	1.745	916	18,71%	0,00%	81,29%	-	-	-	
2	100	310	-	-	2.000	2.645	-	-	-	-	-	-	1.000	1.645	1.645	916	-79,50%	0,00%	179,50%	-	-	-	
3	210	520	1.000	-	-	2.435	-	-	-	-	-	-	-	1.435	1.435	916	-66,59%	0,00%	156,59%	-	-	-	
4	430	950	-	1.000	-	2.005	-	-	-	-	-	-	-	1.005	1.005	916	-8,67%	0,00%	108,67%	-	-	-	
5	480	1.430	-	-	1.000	2.525	-	1	1	-	400	-	-	525	525	916	42,71%	43,65%	57,29%	-	-	-	
6	320	1.750	-	-	-	2.205	-	1	1	-	400	400	400	205	605	916	77,63%	43,65%	22,37%	-	-	-	
7	-	1.750	1.000	-	-	2.205	-	-	-	-	400	400	400	605	1.005	916	33,98%	0,00%	66,02%	-	-	-	
8	440	2.190	-	1.000	-	1.765	-	-	-	400	400	400	-	565	965	916	38,35%	43,65%	61,65%	-	-	-	
9	240	2.430	-	-	1.000	2.525	-	1	1	-	200	400	400	325	725	916	64,54%	21,82%	35,46%	-	-	-	
10	-	2.430	-	-	-	2.525	-	1	1	-	-	200	200	725	925	916	20,89%	0,00%	79,11%	-	-	-	
11	160	2.590	1.000	-	-	2.365	-	-	-	200	-	-	-	765	765	916	18,32%	0,00%	81,68%	-	-	-	
12	50	2.640	-	1.000	-	2.315	-	1	1	-	100	200	200	715	915	916	21,98%	10,91%	78,02%	-	-	-	
13	380	2.920	-	-	1.000	2.935	-	1	1	-	300	100	100	635	835	916	41,62%	32,74%	58,38%	-	-	-	
14	500	3.420	-	-	-	2.345	-	1	1	-	600	300	300	100	345	916	95,09%	65,47%	4,91%	-	-	-	
15	60	3.480	-	-	-	2.285	-	-	-	-	600	600	300	285	885	916	68,90%	10,91%	31,10%	-	-	-	
16	40	3.520	400	-	-	2.245	-	-	-	300	100	100	600	845	945	1.219	30,67%	24,61%	69,33%	-	-	-	
17	20	3.540	-	400	-	2.225	-	1	-	-	-	300	300	100	925	1.225	1.219	24,11%	0,00%	75,89%	-	-	-
18	180	3.720	600	-	400	2.445	-	-	1	-	200	-	-	300	1.045	1.045	1.219	14,26%	16,41%	85,74%	-	-	-
19	-	3.720	-	600	-	2.445	-	-	-	-	200	-	-	1.045	1.245	1.219	14,26%	0,00%	85,74%	-	-	-	
20	-	3.720	-	-	600	3.045	-	-	-	-	-	-	200	1.245	1.245	817	-52,46%	0,00%	152,46%	-	-	-	
21	-	3.720	-	-	-	3.045	-	-	-	-	-	-	-	1.245	1.245	817	-52,46%	0,00%	152,46%	-	-	-	
22	-	3.720	-	-	-	3.045	-	-	-	-	-	-	-	1.245	1.245	817	-52,46%	0,00%	152,46%	-	-	-	
23	10	3.730	-	-	-	3.035	-	-	-	-	-	-	-	1.235	1.235	817	-51,23%	0,00%	151,23%	-	-	-	
24	-	3.730	-	-	-	3.035	-	-	-	-	-	-	-	1.235	1.235	547	-125,72%	0,00%	225,72%	-	-	-	
25	-	3.730	-	-	-	3.035	-	-	-	-	-	-	-	1.235	1.235	547	-125,72%	0,00%	225,72%	-	-	-	
26	250	3.980	-	-	-	2.785	-	-	-	-	-	-	-	985	985	547	-80,03%	0,00%	180,03%	-	-	-	
27	80	4.060	-	-	-	2.705	-	-	-	-	-	-	-	905	905	547	-45,41%	0,00%	165,41%	-	-	-	
28	160	4.220	-	-	-	2.545	-	-	-	-	-	-	-	745	745	367	-103,23%	0,00%	203,23%	-	-	-	
29	160	4.380	-	-	-	2.385	-	-	-	-	-	-	-	585	585	367	-59,58%	0,00%	159,58%	-	-	-	
30	160	4.540	-	-	-	2.225	-	-	-	-	-	-	-	425	425	367	-15,94%	0,00%	115,94%	-	-	-	
31	240	4.780	-	-	-	1.985	-	-	-	200	-	-	-	185	185	367	-49,53%	0,00%	50,47%	-	-	-	
32	140	4.920	-	-	-	1.845	-	1	1	-	200	200	200	-	45	245	367	87,72%	54,56%	12,28%	-	-	-
33	215	5.135	-	-	-	1.630	-	1	1	-	200	200	200	200	30	230	367	91,82%	54,56%	8,18%	-	-	-
34	50	5.185	-	-	-	1.580	-	1	1	-	200	200	200	200	180	380	488	63,08%	41,02%	36,92%	-	-	-
35	80	5.265	-	-	-	1.500	-	1	1	-	200	200	200	200	300	500	488	38,47%	0,00%	61,53%	-	-	-
36	160	5.425	-	-	-	1.340	-	1	1	-	200	200	200	200	340	540	488	30,26%	41,02%	69,74%	-	-	-
37	240	5.665	-	-	-	1.100	-	1	1	-	200	200	200	-	100	300	488	79,49%	41,02%	20,51%	-	-	-
38	80	5.745	-	-	-	1.020	-	1	1	-	100	200	200	200	220	420	488	54,88%	20,51%	45,12%	-	-	-
39	160	5.905	100	-	-	860	-	1	1	-	200	100	100	200	260	360	488	46,67%	41,02%	53,33%	-	-	-
40	180	6.085	200	100	-	680	-	1	1	-	200	200	200	100	180	380	488	63,08%	41,02%	36,92%	-	-	-



ANEXO 12. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 20 LP

MODELO GERENCIA DE AMORTIGUADORES

PRODUCTO: 20 LP ENVASE PLASTICO X 20 LT

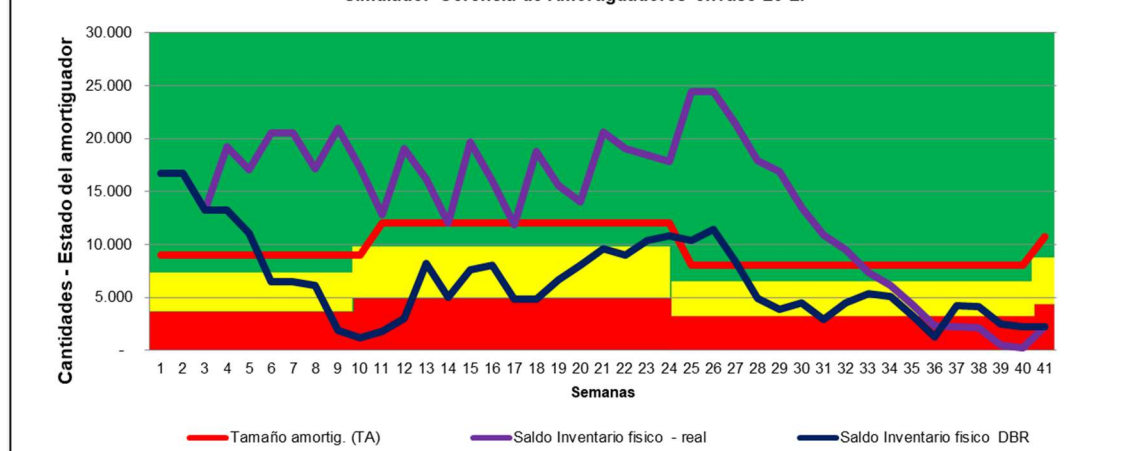
X = Promedio	4.622	Und
σ = desviación estandar	2.206	Und
Z = 2σ =	97.725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	9.033	Und

Maximo inventario	16.701	Und
Tamaño de lote de pedido	1.000	Und
Saldo inicial	16.701	Und
Producto en tránsito inicial	-	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	Si (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)]*100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR				CUERDA																			
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = Si	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en tránsito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador				
0	-	-	-	-	-	16.701	-	-	-	-	-	-	-	16.701	16.701	9.033	-	-	-				
1	-	-	6.000	-	-	16.701	-	-	-	-	-	-	-	16.701	16.701	9.033	-84.89%	0.00%	184.89%				
2	3.450	3.450	-	6.000	-	13.251	-	-	-	-	-	-	-	13.251	13.251	9.033	-46.70%	0.00%	146.70%				
3	-	3.450	8.000	-	6.000	19.251	-	-	-	-	-	-	-	13.251	13.251	9.033	-46.70%	0.00%	146.70%				
4	2.200	2.200	-	8.000	-	17.051	-	1	-	-	-	-	-	11.051	11.051	9.033	-22.34%	0.00%	122.34%				
5	4.520	6.720	-	-	8.000	20.531	-	1	-	-	3.000	-	-	6.531	6.531	9.033	27.70%	33.21%	72.30%				
6	-	4.520	8.000	-	-	20.531	-	1	-	-	3.000	3.000	3.000	6.531	9.531	9.033	27.70%	0.00%	72.30%				
7	3.400	3.400	-	8.000	-	17.131	-	1	-	3.000	-	-	3.000	6.131	6.131	9.033	32.13%	33.21%	67.87%				
8	4.200	7.600	-	-	8.000	20.931	-	1	-	5.000	3.000	3.000	-	1.931	4.931	9.033	76.62%	55.35%	21.38%				
9	3.700	7.900	8.000	-	-	17.231	-	1	-	3.000	5.000	5.000	3.000	1.231	6.231	9.033	86.37%	33.21%	13.63%				
10	4.400	8.100	-	8.000	-	12.831	-	1	-	8.000	3.000	3.000	5.000	1.831	4.831	12.014	84.76%	66.59%	15.24%				
11	6.800	6.200	-	-	8.000	19.031	-	1	-	1.000	8.000	8.000	3.000	3.031	11.031	12.014	74.77%	8.32%	25.23%				
12	2.800	4.600	8.000	-	-	16.231	-	1	-	3.000	1.000	1.000	8.000	8.231	9.231	12.014	31.49%	24.97%	68.51%				
13	4.200	7.000	-	8.000	-	12.031	-	1	-	4.000	3.000	3.000	1.000	5.031	8.031	12.014	58.12%	33.30%	41.88%				
14	400	4.600	-	-	8.000	19.631	-	1	-	1.000	4.000	4.000	3.000	7.631	11.631	12.014	36.48%	8.32%	63.52%				
15	3.600	4.000	10.000	-	-	16.031	-	1	-	3.000	1.000	1.000	4.000	8.631	9.631	12.014	33.15%	24.97%	66.85%				
16	4.200	7.800	-	10.000	-	11.831	-	1	-	5.000	3.000	3.000	1.000	4.831	7.831	12.014	59.79%	41.62%	40.21%				
17	3.000	7.200	-	-	10.000	18.831	-	1	-	3.000	5.000	5.000	3.000	4.831	9.831	12.014	59.79%	24.97%	40.21%				
18	3.200	6.200	8.000	-	-	15.631	-	1	-	3.000	3.000	3.000	5.000	6.631	9.631	12.014	44.80%	24.97%	55.20%				
19	1.600	4.800	-	8.000	-	14.031	-	1	-	1.000	3.000	3.000	3.000	8.031	11.031	12.014	33.15%	8.32%	66.85%				
20	1.400	3.000	-	-	8.000	20.831	-	1	-	2.000	1.000	1.000	3.000	9.631	10.631	12.014	19.83%	16.65%	80.17%				
21	1.800	3.000	-	-	-	19.031	-	1	-	1.000	2.000	2.000	1.000	9.031	11.031	12.014	24.83%	8.32%	75.17%				
22	600	2.200	8.000	-	-	18.431	-	1	-	1.000	1.000	1.000	2.000	10.431	11.431	12.014	13.17%	8.32%	86.83%				
23	600	1.200	-	8.000	-	17.831	-	1	-	1.000	1.000	1.000	1.000	10.831	11.831	12.014	9.84%	8.32%	90.16%				
24	1.400	2.000	-	-	8.000	24.431	-	1	-	-	1.000	1.000	1.000	10.431	11.431	8.049	-29.59%	0.00%	129.59%				
25	-	1.400	-	-	-	24.431	-	1	-	-	-	-	1.000	11.431	11.431	8.049	-42.01%	0.00%	142.01%				
26	3.000	3.000	-	-	-	21.431	-	1	-	-	-	-	-	8.431	8.431	8.049	-4.74%	0.00%	104.74%				
27	3.500	6.500	-	-	-	17.931	-	1	-	4.000	-	-	-	4.931	4.931	8.049	38.74%	49.69%	61.26%				
28	1.000	4.500	-	-	-	16.931	-	1	-	1.000	4.000	4.000	-	3.931	7.931	8.049	51.16%	12.42%	48.84%				
29	3.400	4.400	-	-	-	13.531	-	1	-	3.000	1.000	1.000	4.000	4.531	5.531	8.049	43.71%	37.27%	56.29%				
30	2.600	6.000	-	-	-	10.931	-	1	-	3.000	3.000	3.000	1.000	2.931	5.931	8.049	63.59%	37.27%	36.41%				
31	1.400	4.000	-	-	-	9.531	-	1	-	1.000	3.000	3.000	3.000	4.531	7.531	8.049	43.71%	12.42%	56.29%				
32	2.200	3.600	2.000	-	-	7.331	-	1	-	2.000	1.000	1.000	3.000	5.331	6.331	8.049	33.77%	24.85%	66.23%				
33	1.200	3.400	1.000	2.000	-	6.131	-	1	-	1.000	2.000	2.000	1.000	5.131	7.131	8.049	36.25%	12.42%	63.75%				
34	3.810	5.010	1.000	1.000	2.000	4.321	-	1	-	4.000	1.000	2.000	2.000	3.321	4.321	8.049	58.74%	46.69%	41.26%				
35	3.020	6.830	3.000	1.000	1.000	2.301	-	1	-	3.000	4.000	4.000	1.000	1.301	5.301	8.049	83.84%	37.27%	16.16%				
36	1.060	4.080	1.000	3.000	1.000	2.241	-	1	-	1.000	3.000	3.000	4.000	4.241	7.241	8.049	47.31%	12.42%	52.69%				
37	3.100	4.160	3.000	1.000	3.000	2.141	-	1	-	1.000	1.000	1.000	3.000	4.141	5.141	8.049	48.55%	37.27%	51.45%				
38	2.600	5.700	5.000	3.000	1.000	541	-	1	-	3.000	3.000	3.000	1.000	2.541	5.541	8.049	68.43%	37.27%	31.57%				
39	3.250	5.850	1.000	5.000	3.000	291	-	1	-	3.000	3.000	3.000	3.000	2.291	5.291	8.049	71.54%	37.27%	28.46%				
40	3.000	6.250	5.000	1.000	5.000	2.291	-	1	-	6.000	3.000	3.000	3.000	2.291	5.291	10.705	78.60%	56.06%	21.40%				

Simulador Gerencia de Amortiguadores envase 20 LP



ANEXO 13. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 200 LP

MODELO GERENCIA DE AMORTIGUADORES

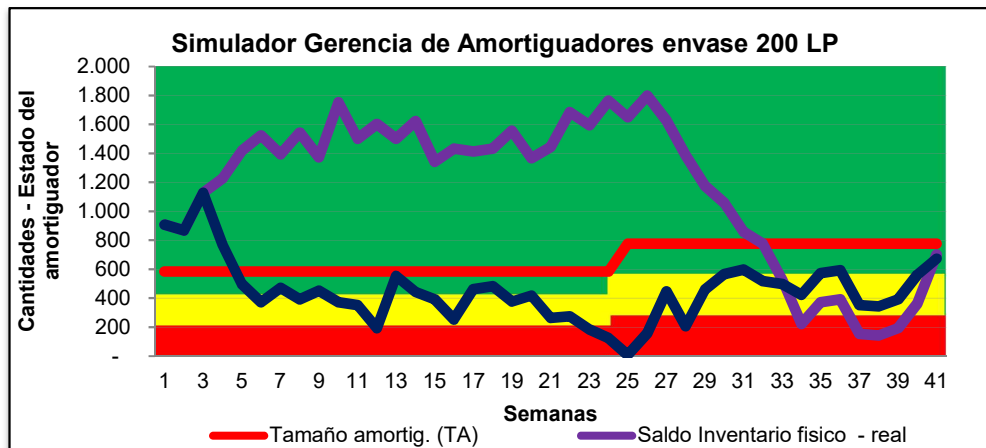
PRODUCTO: 200 Lp GARRAFA PLASTICA 200 L

X = Promedio	326	Und
σ = desviación estandar	129	Und
Z = 2σ =	97.725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	583	Und

Maximo inventario	1.127	Und
Tamaño de lote de pedido	230	Und
Saldo inicial	907	Und
Producto en tránsito inicial	460	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	SI (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	((Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)) * 100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR										CUERDA									
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo inventario físico - real	Penetración Buffer + 20% de 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en tránsito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador
0	-	-	-	-	-	907	-	-	-	460	-	-	-	907	907	583	-	-	-
1	40	40	460	460	460	867	-	-	-	-	460	-	-	867	1.327	583	-48.61%	0.00%	148.61%
2	200	240	460	460	460	1.127	-	-	-	-	-	-	460	1.127	1.127	583	-93.18%	0.00%	193.18%
3	360	560	230	460	460	1.227	-	-	-	-	-	-	-	767	767	583	-31.41%	0.00%	131.41%
4	270	630	-	230	460	1.417	-	-	-	230	-	-	-	497	497	583	14.61%	38.42%	66.19%
5	125	395	230	-	230	1.522	-	1	-	-	230	-	230	372	602	583	36.24%	0.00%	63.76%
6	130	255	-	230	-	1.392	-	1	-	230	-	-	230	472	472	583	19.09%	39.42%	80.91%
7	80	210	460	-	230	1.542	-	1	-	-	230	-	230	392	622	583	32.81%	0.00%	67.19%
8	170	250	-	460	-	1.372	-	1	-	230	-	-	230	452	452	583	22.52%	39.42%	77.48%
9	80	250	260	-	460	1.752	-	1	-	-	230	-	230	372	602	583	36.24%	0.00%	63.76%
10	250	330	-	260	-	1.502	-	1	-	460	-	-	230	352	352	583	39.66%	78.85%	60.34%
11	160	410	230	-	260	1.602	-	1	-	-	460	-	460	192	652	583	67.09%	0.00%	32.91%
12	100	260	-	230	-	1.502	-	-	1	230	-	-	460	552	552	583	5.38%	39.42%	94.62%
13	110	210	230	-	230	1.622	-	1	-	-	230	-	230	442	672	583	24.24%	0.00%	75.76%
14	280	220	-	230	-	1.342	-	1	-	230	-	-	230	392	392	583	32.81%	39.42%	67.19%
15	140	420	230	-	230	1.432	-	1	-	230	-	-	230	252	482	583	66.80%	39.42%	43.20%
16	20	160	230	230	-	1.412	-	1	-	-	230	-	230	462	692	583	20.81%	0.00%	79.19%
17	210	230	-	230	230	1.432	-	1	-	230	-	-	230	482	482	583	17.38%	39.42%	82.62%
18	105	315	230	-	230	1.557	-	1	-	-	230	-	230	377	607	583	35.38%	0.00%	64.62%
19	190	320	460	230	230	1.367	-	1	-	230	-	-	230	417	417	583	28.62%	39.42%	71.48%
20	153	343	230	460	230	1.444	-	1	-	230	-	-	230	284	494	583	54.75%	39.42%	45.25%
21	220	261	460	230	460	1.684	-	1	-	230	-	-	230	274	504	583	53.03%	39.42%	46.97%
22	320	255	230	460	230	1.594	-	1	-	230	-	-	230	184	414	583	68.46%	39.42%	31.54%
23	290	224	230	460	230	1.764	-	1	-	230	-	-	230	124	354	583	78.75%	39.42%	21.25%
24	346	636	230	230	230	1.648	-	1	-	690	-	-	230	8	238	776	98.97%	88.93%	1.03%
25	80	428	-	230	230	1.798	-	1	-	-	690	-	230	158	848	776	79.64%	0.00%	20.36%
26	491	348	-	-	230	1.627	-	1	-	460	-	-	460	447	447	776	42.39%	89.28%	57.61%
27	240	240	-	-	-	1.387	-	1	-	230	-	-	460	207	667	776	73.32%	29.64%	20.68%
28	210	450	-	-	-	1.177	-	1	-	230	-	-	460	457	687	776	41.10%	29.64%	58.90%
29	120	330	-	-	-	1.057	-	1	-	-	230	-	230	567	797	776	28.93%	0.00%	73.07%
30	200	330	-	-	-	957	-	1	-	230	-	-	230	597	597	776	23.06%	29.64%	76.94%
31	80	280	-	-	-	777	-	1	-	230	-	-	230	817	747	776	53.37%	29.64%	66.63%
32	250	330	230	-	-	527	-	1	-	230	-	-	230	497	727	776	35.95%	29.64%	64.05%
33	305	350	230	230	-	222	-	1	-	230	-	-	230	422	652	776	45.61%	29.64%	54.39%
34	80	385	-	230	230	372	-	1	-	-	230	-	230	572	602	776	26.28%	0.00%	73.72%
35	210	210	230	-	230	392	-	1	-	230	-	-	230	592	592	776	23.10%	29.64%	76.30%
36	240	450	230	230	-	152	-	1	-	230	-	-	230	352	582	776	54.63%	29.64%	45.37%
37	240	480	230	230	230	142	-	1	-	230	-	-	230	342	572	776	55.92%	29.64%	44.08%
38	180	420	460	230	230	192	-	1	-	230	-	-	230	392	622	776	49.45%	29.64%	50.55%
39	80	240	-	460	230	362	-	1	-	-	230	-	230	562	752	776	27.57%	0.00%	72.43%
40	120	180	230	-	460	702	-	1	-	230	-	-	230	672	672	776	13.39%	29.64%	86.61%



ANEXO 14. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 4 LP

MODELO GERENCIA DE AMORTIGUADORES

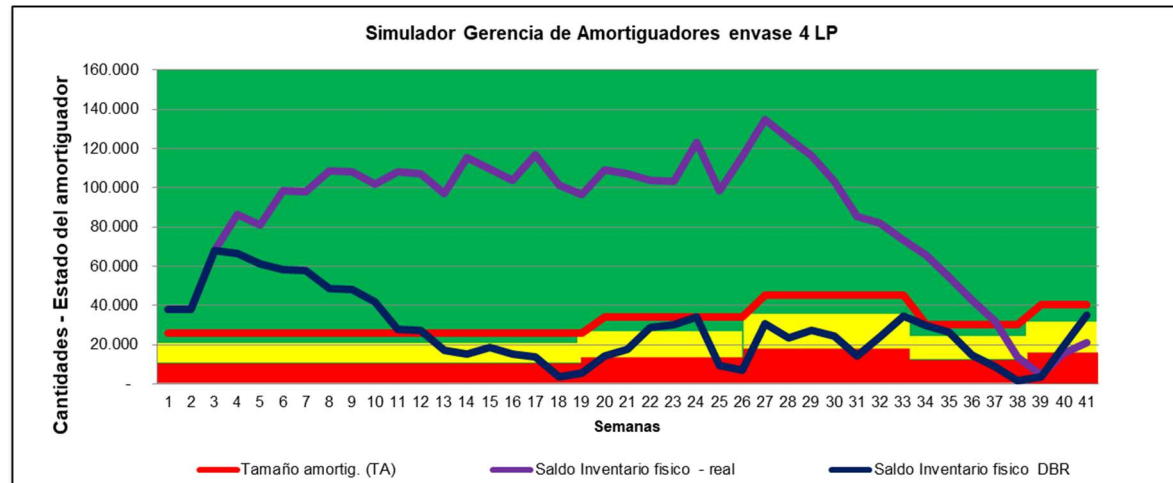
PRODUCTO: 4 Lp ENVASE PLASTICO X 4 LT

X = Promedio	10.597	Und
σ = desviación estandar	7.499	Und
Z = 2σ =	97.725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	25.595	Und

Maximo inventario	67.812	Und
Tamaño de lote de pedido	1.000	Und
Saldo inicial	37.812	Und
Producto en tránsito inicial	30.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	SI (el Nivel Actual de Inventario + el inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)] * 100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR										CUERDA									
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = SI	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en tránsito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito DBR)	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador
0	-	-	-	-	-	37.812	-	-	-	30.000	-	-	-	37.812	37.812	25.595	-	-	-
1	-	-	20.000	30.000	-	37.812	-	-	-	-	30.000	30.000	-	37.812	67.812	25.595	-47.73%	0.00%	147.73%
2	-	-	-	20.000	30.000	67.812	-	-	-	-	-	-	30.000	67.812	67.812	25.595	-164.94%	0.00%	264.94%
3	1.510	1.510	20.000	-	20.000	66.302	-	-	-	-	-	-	-	66.302	66.302	25.595	-159.04%	0.00%	259.04%
4	5.208	6.718	-	20.000	-	61.094	-	-	-	-	-	-	-	61.094	61.094	25.595	-138.69%	0.00%	238.69%
5	2.607	7.815	20.000	-	20.000	58.487	-	-	-	-	-	-	-	58.487	58.487	25.595	-128.51%	0.00%	228.51%
6	507	3.114	-	20.000	-	57.980	-	-	-	-	-	-	-	57.980	57.980	25.595	-126.53%	0.00%	226.53%
7	9.431	9.938	-	-	20.000	108.549	-	-	-	-	-	-	-	48.549	48.549	25.595	-89.68%	0.00%	189.68%
8	354	9.785	20.000	-	-	108.195	-	-	-	-	-	-	-	48.195	48.195	25.595	-88.30%	0.00%	188.30%
9	6.495	6.849	-	20.000	-	101.700	-	-	-	-	-	-	-	41.700	41.700	25.595	-62.92%	0.00%	162.92%
10	13.736	20.231	-	-	20.000	107.964	-	-	-	-	-	-	-	27.964	27.964	25.595	-9.25%	0.00%	109.25%
11	661	14.397	-	-	-	107.303	-	-	-	-	-	-	-	27.303	27.303	25.595	-6.67%	0.00%	106.67%
12	10.229	10.690	-	20.000	-	97.074	1	1	-	9.000	-	-	-	17.074	17.074	25.595	33.25%	35.16%	66.71%
13	1.806	12.035	-	-	20.000	115.268	1	1	-	2.000	9.000	9.000	-	15.268	24.268	25.595	40.35%	7.81%	59.65%
14	5.862	7.668	20.000	-	-	109.406	1	1	-	6.000	2.000	2.000	9.000	18.406	20.406	25.595	28.09%	23.44%	71.91%
15	5.364	11.226	-	20.000	-	104.042	1	1	-	5.000	6.000	6.000	2.000	15.042	21.042	25.595	41.23%	19.53%	58.77%
16	7.380	12.144	-	-	20.000	116.662	1	1	-	7.000	5.000	5.000	6.000	13.662	18.662	25.595	46.62%	27.35%	53.38%
17	15.229	22.609	20.000	-	-	101.433	1	1	-	16.000	7.000	7.000	5.000	3.433	10.433	25.595	86.59%	62.51%	13.41%
18	4.932	20.161	-	20.000	-	96.501	1	1	-	5.000	16.000	16.000	7.000	5.501	21.501	25.595	78.51%	19.53%	21.49%
19	7.220	12.152	-	-	20.000	109.281	1	1	-	15.000	5.000	5.000	16.000	14.281	19.281	34.042	58.05%	44.06%	41.95%
20	1.898	9.116	-	-	-	107.383	1	1	-	2.000	15.000	15.000	5.000	17.383	32.383	34.042	48.94%	5.88%	51.06%
21	3.528	5.426	20.000	-	-	103.855	1	1	-	4.000	2.000	2.000	34.042	28.855	30.855	34.042	15.24%	11.75%	84.76%
22	606	4.134	-	20.000	-	103.249	-	-	-	-	4.000	4.000	2.000	30.249	34.249	34.042	11.14%	0.00%	88.86%
23	-	606	20.000	-	20.000	123.249	-	-	-	-	-	-	4.000	34.249	34.249	34.042	-5.61%	0.00%	100.61%
24	24.965	24.965	20.000	20.000	-	98.284	1	1	-	25.000	-	-	-	9.284	9.284	34.042	72.73%	73.44%	27.27%
25	2.206	27.171	-	20.000	-	116.078	1	1	-	2.000	25.000	25.000	-	7.078	32.078	34.042	79.21%	5.88%	20.79%
26	9.465	3.661	-	-	20.000	134.623	1	1	-	13.000	2.000	2.000	25.000	30.623	32.623	45.276	32.36%	28.71%	67.64%
27	9.430	10.885	-	-	-	125.193	1	1	-	10.000	13.000	13.000	2.000	23.193	36.193	45.276	48.77%	22.09%	51.23%
28	8.860	18.290	-	-	-	116.333	1	1	-	8.000	10.000	10.000	13.000	27.333	37.333	45.276	39.63%	17.67%	60.37%
29	12.856	21.716	-	-	-	103.477	1	1	-	13.000	8.000	8.000	10.000	24.477	32.477	45.276	45.94%	28.71%	54.06%
30	18.210	31.066	-	-	-	85.267	1	1	-	19.000	13.000	13.000	8.000	14.267	27.267	45.276	68.40%	41.97%	31.51%
31	3.441	21.651	-	-	-	81.826	1	1	-	3.000	19.000	19.000	13.000	23.826	42.826	45.276	47.38%	6.63%	52.62%
32	8.404	11.845	-	-	-	73.422	1	1	-	8.000	3.000	3.000	19.000	34.422	37.422	45.276	23.97%	17.67%	76.03%
33	7.754	16.158	-	-	-	65.668	-	-	-	-	8.000	8.000	3.000	29.668	37.668	30.335	2.20%	0.00%	97.80%
34	11.450	19.204	-	-	-	54.218	-	-	-	-	5.000	-	-	26.218	26.218	30.335	13.57%	16.48%	86.43%
35	11.650	23.100	-	-	-	42.568	1	1	-	-	11.000	5.000	-	14.568	19.568	30.335	51.98%	35.28%	48.02%
36	10.640	22.290	-	-	-	31.928	1	1	-	11.000	11.000	11.000	5.000	8.928	19.928	30.335	70.57%	36.26%	29.43%
37	18.450	29.090	13.000	-	-	13.478	1	1	-	18.000	11.000	11.000	11.000	1.478	12.478	30.335	95.13%	59.34%	4.87%
38	8.930	27.380	9.000	13.000	-	4.548	1	1	-	19.000	18.000	18.000	11.000	3.548	21.548	40.345	91.21%	47.09%	8.79%
39	2.059	10.389	2.000	9.000	13.000	15.489	1	1	-	2.000	19.000	18.000	-	19.489	38.489	40.345	51.69%	4.98%	48.31%
40	3.484	5.543	3.000	2.000	9.000	21.005	-	-	-	4.000	2.000	2.000	19.000	35.005	37.005	40.345	13.24%	9.91%	86.76%



ANEXO 15. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – ENVASE DE 5 LP

MODELO GERENCIA DE AMORTIGUADORES

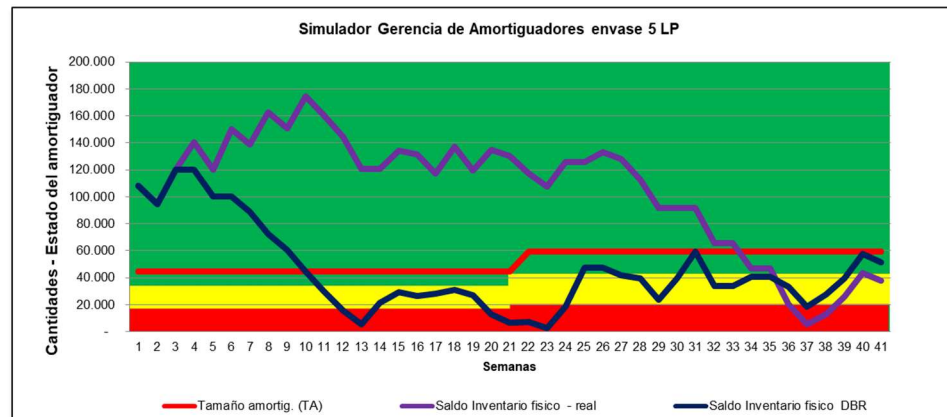
PRODUCTO: 5 Lp ENVASE PLASTICO X 5 LT

X = Promedio	24.856	Und
σ = desviación estandar	9.978	Und
Z = 2σ =	97.725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	44.812	Und

Maximo inventario	120.382	Und
Tamaño de lote de pedido	1.000	Und
Saldo inicial	108.382	Und
Producto en tránsito inicial	40.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	Si (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)]*100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR				CUERDA																			
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta - real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? t = SI	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en tránsito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador				
0						108.382	-	-	-	40.000				108.382	108.382	44.812							
1	14.000		20.000	40.000		94.382	-	-	-		40.000	40.000		94.382	134.382	44.812	-110.62%	0.00%	210.62%				
2	14.000	28.000			40.000	120.382	-	-	-				40.000	120.382	120.382	44.812	-168.64%	0.00%	268.64%				
3		14.000	30.000		20.000	140.382	-	-	-					120.382	120.382	44.812	-168.64%	0.00%	268.64%				
4	20.000	20.000		30.000		120.382	-	-	-					100.382	100.382	44.812	-124.01%	0.00%	224.01%				
5		20.000	40.000		30.000	150.382	-	-	-					100.382	100.382	44.812	-124.01%	0.00%	224.01%				
6	11.400	11.400		40.000		138.982	-	-	-					88.982	88.982	44.812	-98.57%	0.00%	198.57%				
7	16.400	27.800	40.000		40.000	162.582	-	-	-					72.582	72.582	44.812	-61.97%	0.00%	161.97%				
8	12.000	28.400		40.000		150.582	-	-	-					60.582	60.582	44.812	-35.19%	0.00%	135.19%				
9	18.000	28.000			40.000	174.582	-	1	1		1.000			44.582	44.582	44.812	0.51%	0.00%	99.49%				
10	14.400	30.400				160.182	-	1	1		1.000	1.000		30.182	31.182	44.812	32.65%	0.00%	67.35%				
11	15.700	30.100				144.482	-	1	1		16.000	14.000	1.000	15.482	29.482	44.812	65.45%	35.70%	34.55%				
12	24.000	39.700	30.000			120.482	-	1	1		24.000	16.000	16.000	14.000	5.482	21.482	44.812	87.77%	53.56%	12.23%			
13		24.000		30.000		120.482	-	1	1		24.000	24.000	16.000	21.482	45.482	44.812	52.06%	0.00%	47.94%				
14	16.000	16.000			30.000	134.482	-	1	1		16.000			29.482	29.482	44.812	34.21%	35.70%	65.79%				
15	3.200	19.200	20.000			131.282	-	1	1		3.000	16.000	16.000	26.282	42.282	44.812	41.35%	6.69%	58.65%				
16	14.000	17.200		20.000		117.282	-	1	1		14.000	3.000	3.000	28.282	31.282	44.812	36.89%	31.24%	63.11%				
17		14.000	30.000		20.000	137.282	-	1	1		14.000	14.000		31.282	45.282	44.812	30.19%	0.00%	69.81%				
18	18.000	18.000		30.000		119.282	-	1	1		18.000			27.282	27.282	44.812	39.12%	40.17%	60.88%				
19	14.400	32.400		20.000	30.000	134.682	-	1	1		14.000	18.000		12.682	30.682	44.812	71.25%	31.24%	28.75%				
20	24.400	38.800	20.000		20.000	130.482	-	1	1		25.000	14.000	14.000	6.482	20.482	44.812	85.54%	55.79%	14.46%				
21	13.200	37.600	30.000	20.000		117.282	-	1	1		28.000	25.000	25.000	7.282	32.282	59.600	87.78%	46.98%	12.22%				
22	29.600	42.800		30.000	20.000	107.682	-	1	1		29.000	28.000	28.000	2.682	30.682	59.600	95.50%	48.66%	4.50%				
23	12.000	41.600	20.000		30.000	125.682	-	1	1		12.000	29.000	29.000	18.682	47.682	59.600	68.65%	20.13%	31.35%				
24		12.000		20.000		125.682	-	1	1		12.000	12.000	29.000	47.682	59.682	59.600	20.00%	0.00%	80.00%				
25	12.400	12.400			20.000	133.282	-	1	1		13.000			47.282	47.282	59.600	20.67%	21.81%	79.33%				
26	5.200	17.600				128.082	-	1	1		5.000	13.000		42.082	55.082	59.600	29.39%	8.39%	70.61%				
27	15.600	20.800				112.482	-	1	1		16.000	5.000	13.000	39.482	44.482	59.600	33.76%	26.85%	66.24%				
28	20.800	36.400				91.682	-	1	1		20.000	16.000	16.000	23.682	39.682	59.600	60.27%	33.56%	39.73%				
29		20.800				91.682	-	1	1		20.000	20.000	16.000	39.682	59.682	59.600	33.42%	0.00%	66.58%				
30						91.682	-	1	1				16.000	39.682	59.682	59.600	-0.14%	0.00%	100.14%				
31	26.000	26.000				65.682	-	1	1		26.000			33.682	33.682	59.600	43.49%	43.62%	56.51%				
32		26.000				65.682	-	1	1					33.682	59.682	59.600	43.49%	0.00%	56.51%				
33	18.800	18.800				46.882	-	1	1		19.000			40.882	40.882	59.600	31.41%	31.88%	68.59%				
34		18.800				46.882	-	1	1		19.000	19.000		40.882	59.882	59.600	31.41%	0.00%	68.59%				
35	28.400	28.400	25.000			20.482	-	1	1		27.000			33.482	33.482	59.600	43.82%	45.30%	56.18%				
36	14.800	41.200	15.000	25.000		5.682	-	1	1		14.000	27.000	27.000	18.682	45.682	59.600	68.65%	23.49%	31.35%				
37	18.000	32.800	18.000	15.000	25.000	12.682	-	1	1		18.000	14.000	14.000	27.682	41.682	59.600	53.55%	30.20%	46.45%				
38	2.000	20.000	2.000	18.000	15.000	25.682	-	1	1		2.000	18.000	18.000	39.682	57.682	59.600	33.42%	3.36%	66.58%				
39		2.000		2.000	18.000	43.682	-	1	1			2.000	18.000	67.682	59.682	59.600	3.22%	0.00%	96.78%				
40	8.000	8.000	8.000		2.000	37.682	-	1	1		8.000			51.682	51.682	59.600	13.29%	13.42%	86.71%				



ANEXO 16. RESULTADOS DEL PLAN PILOTO DE LA HERRAMIENTA DE GERENCIA DE AMORTIGUADORES – TAMBOR DE 60 LM

MODELO GERENCIA DE AMORTIGUADORES

PRODUCTO: 60 Lm TAMBOR METALICO X 60 LT

X = Promedio	534	Und
σ = desviación estandar	312	Und
Z = 2σ =	97.725%	
N = tiempo de reposición	2	Semanas
Tamaño del amortiguador (TA)	1.159	Und

Maximo inventario	3.102	Und
Tamaño de lote de pedido	200	Und
Saldo inicial	2.662	Und
Producto en tránsito inicial	1.000	Und
Ingreso de producto en tránsito	-	Semana

Algoritmo de la Cuerda =	Si (el Nivel Actual de Inventario + el Inventario en Tránsito) ES MENOR QUE (Amortiguador), ENTONCES, "se debe generar otra orden de compra".
Cantidad a Pedir =	(Amortiguador) - (Nivel Actual de Inventario) - (Inventario en Tránsito)
Prioridad en la Compra =	[(Cantidad a Pedir) / (Amortiguador)]*100%
Penetración del amortig.=	(Inventario físico) / (Tamaño del amortiguador)

TAMBOR				CUERDA															
Semana No.	Consumo	Consumo acumulado	Cantidad compra por RFC	Inventario en tránsito - real	Inventario recibido en planta- real	Saldo Inventario físico - real	Penetración Buffer >20%? 1 = Si	Saldo Acumul. es menor amortig??	Zona amarilla con producto en tránsito?	Cantidad a pedir DBR	Inventario en tránsito DBR	Inventario en tránsito acumulado DBR	Inventario recibido en planta DBR	Saldo Inventario físico DBR	Saldo total (físico + tránsito) DBR	Tamaño amortig. (TA)	Penetr. del amortiguador	Prioridad en la compra DBR	Estado del amortiguador
0	-	-	-	-	-	2.662	-	-	-	1.000	-	-	-	2.662	2.662	1.159	-	-	-
1	320	320	2.000	1.000	-	2.342	-	-	-	-	1.000	1.000	-	2.342	3.342	1.159	-102.06%	0.00%	202.06%
2	240	560	-	2.000	1.000	3.102	-	-	-	-	-	-	1.000	3.102	3.102	1.159	-167.63%	0.00%	267.63%
3	460	700	2.000	-	2.000	4.642	-	-	-	-	-	-	-	2.642	2.642	1.159	-127.94%	0.00%	227.94%
4	440	900	-	2.000	-	4.202	-	-	-	-	-	-	-	2.202	2.202	1.159	-89.98%	0.00%	189.98%
5	320	760	-	-	2.000	5.882	-	-	-	-	-	-	-	1.882	1.882	1.159	-82.37%	0.00%	162.37%
6	220	540	-	-	-	5.662	-	-	-	-	-	-	-	1.662	1.662	1.159	-43.30%	0.00%	143.30%
7	260	480	-	-	-	5.402	-	-	-	-	-	-	-	1.402	1.402	1.159	-20.96%	0.00%	120.96%
8	380	640	1.000	-	-	5.022	-	-	1	200	-	-	-	1.022	1.022	1.159	11.83%	17.26%	88.17%
9	330	710	-	1.000	-	4.692	1	1	1	400	200	200	-	692	892	1.159	40.30%	34.51%	59.70%
10	700	1.030	-	-	1.000	4.992	1	1	1	600	400	400	200	192	592	1.159	83.43%	51.77%	16.57%
11	510	1.210	1.000	-	-	4.482	1	1	1	600	600	600	400	82	682	1.159	92.63%	51.77%	7.07%
12	260	770	-	1.000	-	4.222	1	1	1	600	600	600	600	542	1.022	1.542	72.63%	38.92%	27.37%
13	320	580	-	-	1.000	4.902	1	1	1	400	600	600	600	702	1.302	1.542	54.46%	25.95%	45.54%
14	-	320	-	-	-	4.902	-	-	-	-	400	400	600	1.302	1.702	1.542	15.54%	0.00%	84.46%
15	-	-	1.000	-	-	4.902	-	-	-	-	-	-	400	1.702	1.702	1.542	-10.41%	0.00%	110.41%
16	-	-	-	1.000	-	4.902	-	-	-	-	-	-	-	1.702	1.702	1.542	-10.41%	0.00%	110.41%
17	550	550	-	-	1.000	5.352	1	1	1	400	-	-	-	1.152	1.152	1.542	25.27%	25.95%	74.73%
18	200	750	-	-	-	5.152	-	-	-	-	400	400	-	952	1.352	1.033	7.83%	0.00%	92.17%
19	300	500	-	-	-	4.852	-	-	-	-	-	-	400	1.052	1.052	1.033	-1.86%	0.00%	101.86%
20	370	670	-	-	-	4.482	1	1	1	400	-	-	-	682	682	1.033	33.97%	38.73%	66.03%
21	-	370	-	-	-	4.482	1	1	1	-	400	400	-	682	1.082	1.033	33.97%	0.00%	66.03%
22	50	50	-	-	-	4.432	-	-	-	200	-	-	400	1.032	1.032	1.033	0.08%	19.36%	99.92%
23	-	50	1.500	-	-	4.432	-	-	-	-	200	200	-	1.032	1.232	1.033	0.08%	0.00%	99.92%
24	170	170	-	1.500	-	4.262	-	-	-	-	-	-	200	1.062	1.062	1.033	-2.82%	0.00%	102.82%
25	280	450	-	-	1.500	5.482	1	1	1	400	-	-	-	782	782	1.033	24.29%	38.73%	75.71%
26	320	600	-	-	-	5.162	1	1	1	-	400	400	-	462	862	692	33.24%	0.00%	66.76%
27	210	530	-	-	-	4.952	-	-	-	200	-	-	400	652	652	692	5.78%	28.90%	94.22%
28	500	710	-	-	-	4.452	1	1	1	400	200	200	-	152	352	692	78.03%	57.80%	21.97%
29	320	820	-	-	-	4.132	1	1	1	400	400	400	200	32	432	692	95.38%	4.62%	4.62%
30	420	740	-	-	-	3.712	1	1	1	400	400	400	400	12	412	617	98.05%	64.87%	1.95%
31	380	800	-	-	-	3.332	1	1	1	200	400	400	400	32	432	617	94.81%	32.43%	5.19%
32	330	710	-	-	-	3.002	1	1	1	400	200	400	400	102	302	617	83.46%	64.87%	16.54%
33	290	620	-	-	-	2.712	1	1	1	400	400	400	200	12	412	617	98.05%	64.87%	1.95%
34	270	560	-	-	-	2.442	1	1	1	400	400	400	400	142	542	820	82.69%	48.77%	17.31%
35	320	590	-	-	-	2.122	1	1	1	200	400	400	400	222	622	820	72.93%	24.39%	27.07%
36	440	760	-	-	-	1.682	1	1	1	600	200	200	400	182	382	820	77.81%	73.16%	22.19%
37	360	860	-	-	-	1.322	1	1	1	200	600	600	200	22	622	820	97.32%	24.39%	2.68%
38	420	420	-	-	-	1.262	1	1	1	200	200	200	600	562	762	960	41.43%	20.84%	58.57%
39	400	860	400	-	-	862	1	1	1	400	200	200	200	362	562	960	62.27%	41.69%	37.73%
40	360	760	400	400	-	502	1	1	1	400	400	400	200	202	602	960	78.95%	41.69%	21.05%

